plusLucis

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts

KOMPETENZ
Physik

ISSN 1606-3015

Ausgabe 2/2017

20170620 Plus Lucis_ph.indd 1 20.06.2017 08:09:22

Impressum

PLUS LUCIS, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses Physik & Schule der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft
Erscheit vierteljährlich

Medieninhaber und Herausgeber:
Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts
Adr.: AECC Physik Unversität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien

Im Web: ***http://pluslucis.univie.ac.at***

Redaktion dieser Ausgabe:
Martin Hopf

Preis des Einzelhefts: € 6,-
für Mitglieder € 3,- (ist im Mitgliedsbeitrag enthalten)
Die jährliche Abonnementgebühr für Nichtmitglieder beträgt € 20,-.

Offenlegung nach § 25 des Mediengesetzes: Grundlegende Richtung: Fortbildung und fachliche Information für Physik- und Chemielehrer, organisatorische Mitteilungen, Vereinsinterna.

Beiträge werden erbeten an:
Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
AECC Physik, Universität Wien
E-mail: ***martin.hopf@univie.ac.at***

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens
AECC Chemie, Universität Wien
E-Mail: ***anja.lembens@univie.ac.at***

Ass. Prof. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer
Universität Graz, Physikdidaktik
E-mail: ***claudia.haagen@uni-graz.at***

Es wird erbeten, Beiträge nach Möglichkeit per E-Mail einzureichen. Bevorzugtes Dateiformat: MS Word. Bilder im tif- oder jpg-Format.

Titelbild (Umschlag):
Stefan Liening via pixabay.com

Heftkoordination: Mag. Thomas Plotz
Layout: Maria Wasserburger, BSc

Inhalt

Die Entwicklung physikalischer Kompetenz – Stand der Forschung und Desiderata 4
Knut Neumann

Die Bedeutung von Unterrichtslehrgängen für die Entwicklung von Kompetenz 9
Susanne Weßnigk & Jeffrey Nordine

Daten analysieren – eine Kompetenz, die im Physikunterricht zu kurz kommt? 15
Susanne Neumann

Tempolimits – ein Unterrichtsvorschlag zum Kompetenzbereich S 18
Ruth Gremmel

Kompetenzorientierung KONKRET 27
Susanne Neumann

Aufgaben für die mündliche Reifeprüfung in Physik 33
Susanne Neumann

Wesentliche Bereiche – ein Vorschlag für die Umsetzung des kompetenzorientierten Lehrplans für die neue Oberstufe 35
Ronald Binder & Martin Hopf

Wissenschaftliche Website oder Esoterik-Schmäh? 37
Susanne Neumann

20170620 Plus Lucis_ph.indd 2 20.06.2017 08:09:22

Editorial

Susanne Neumann

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Seit gut einem Jahrzehnt ist das Wort „Kompetenzorientierung“ aus unserer Schullandschaft nicht mehr wegzudenken. Bildungsstandards, die Reifeprüfung und auch die gerade veröffentlichten aktualisierten Oberstufen-Lehrpläne orientieren sich an solchen Kompetenzen. Während je nach Unterrichtsfach der Kompetenzbegriff ein klein wenig anders ausgelegt wurde, dürfen wir in den Naturwissenschaften stolz drauf sein, ein durchgehendes Konzept in Form eines seit langem ausgearbeiteten Kompetenzmodell zu Hand zu haben. Es erleichtert so die Arbeit bei der Erstellung von Aufgaben, aber auch bei der Planung und Vorbereitung von Unterricht.

Der tägliche Umgang mit dem Kompetenzmodell erwies sich aber in manchen Fällen als schwierig. Die W-Dimension ist uns Lehrkräften gut bekannt: der traditionelle Unterricht besteht ehrlicherweise zum Großteil aus Aktivitäten wie „naturwissenschaftliche Phänomene beschreiben“, „Abbildungen interpretieren“ und „Naturbeobachtungen erklären“. Anders verhält es sich mit der E- und S-Dimension: Nur selten spielt das Analysieren von Messwerten, das Planen von Experimenten oder das Abwägen von Argumenten eine zentrale Rolle im Naturwissenschaftsunterricht.

Die vorliegende, zweite Plus Lucis-Themenheft soll dazu beitragen, einzelne Aspekte der Kompetenzorientierung so zu beleuchten, dass diese leicht für den Unterricht übernommen werden können. Im jetzigen Heft steht dabei der Physikunterricht im Vordergrund. Was Kompetenzen für konkrete Fachthemen bedeuten und wie man dies in der Physik (und auch in der Chemie) berücksichtigen kann, wird im Rahmen zweier Artikel dargelegt: Knut Neumann widmet sich dem Thema „Energie“ und zeigt Wege auf, wie Lehrkräfte kompetenzorientierten Unterricht zu dieser Thematik aufbereiten könnten. Für den Fachbereich „Wärmelehre“ stellen Susanne Weßnigk und Jeffrey Nordine in ihrem Artikel Konzepte vor, die die Grundlage für kompetenzorientierten Unterricht bilden.

Einen sehr schulpraktischen Zugang bietet der Artikel über das Analysieren von experimentellen Daten. Dabei war es mir ein Anliegen, anhand konkreter Beispiele herauszustreichen, wie diese Kompetenz, die im traditionellen naturwissenschaftlichen Unterricht kaum Beachtung findet, mit einfachen Mitteln umsetzbar ist.

Dass die E-Dimension nicht nur das direkte Experimentieren umfasst, sondern auch Kompetenzen wie Modellbildung, Planung und Interpretation, wird in der folgenden Aufgabe für die mündliche Reifeprüfung deutlich. Sie soll Anregungen geben, wie auch solche Aspekte (die auch ohne oder nur mit geringem Materialaufwand möglich sind) im Rahmen von Prüfungen berücksichtigt werden können.

Im Beitrag „Kompetenzorientierung KONKRET“ finden sie viele Anregungen dafür, wie man im Physikunterricht der Unterstufe kompentenzorientiert unterrichten kann. Dabei wurde auch viel Wert darauf gelegt, überzeugende Beispiele für alle Handlungsdimensionen und für alle Themen des Lehrplans zusammenzustellen.

Im Beitrag von Ruth Gremmel sehen Sie ein konkretes Beispiel für die Handlungsdimension S: Schülerinnen und Schüler arbeiten in einem Rollenspiel daran, einen Kompromiss zur Geschwindigkeitsregelung in einer Stadt zu erzielen.

Binder und Hopf diskutieren eine Möglichkeit, die Kompetenzorientierung des Oberstufenlehrplans in SOKRATES abzubilden. Den Abschluss bildet ein kurzer Artikel in dem beschrieben wird, wie die Bewertungskompetenz von SchülerInnen gestärkt werden kann.

Ich bin überzeugt, dass das vorliegende Heft für Sie viele brauchbare Anregungen bietet, um die zahlreichen Aspekte der Kompetenzorientierung in ihrem Unterricht einzusetzen.

Viel Vergnügen beim Lesen dieses Themenhefts und natürlich bei der Umsetzung im Unterricht,
Susanne Neumann

20170620 Plus Lucis_ph.indd 3 20.06.2017 08:09:22

Die Entwicklung physikalischer Kompetenz – Stand der Forschung und Desiderata

Knut Neumann

Mit Beginn des 21. Jahrhunderts haben sich die Erwartungen an den Physikunterricht massiv verändert. Statt eines umfangreichen Wissens sollen Schülerinnen und Schüler Kompetenzen auf der Grundlage eines Verständnisses der Kernkonzepte der Physik entwickeln. Aber reicht das aus, Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen einer durch die Naturwissenschaften geprägten Welt oder sogar ein Studium der Physik vorzubereiten? Ist nicht ein umfassendes Fachwissen Voraussetzung jeder Kompetenz? Der vorliegende Beitrag widmet sich diesen Fragen, indem zunächst eine Klärung des Begriffs Kompetenz vorgenommen und anschließend an einem Beispiel aufgezeigt wird, wie ein an den Kernkonzepten der Physik orientierter Physikunterricht zu einer kumulativen Entwicklung physikalischer Kompetenz beitragen kann, die gleichermaßen zur Teilhabe an einer naturwissenschaftlich-technisch geprägten Welt und zu einem Studium der Physik befähigt.

Die mediokren Leistungen nicht nur deutscher Schülerinnen und Schüler in internationalen Leistungsvergleichsstudien haben zu einer grundlegenden Diskussion der Ziele schulischer Bildung geführt. In der Third International Mathematics and Science Studie (TIMSS) zeigten die deutschen Schülerinnen und Schüler zwar gute Leistungen, wenn sie naturwissenschaftliches Faktenwissen reproduzieren sollten, hatten jedoch Schwierigkeiten, wenn die Anwendung von Wissen oder konzeptuelles Verständnis gefordert war [1]. Zudem belegte die Studie eine überproportionale Abnahme des Interesses deutscher Schülerinnen und Schüler an den Naturwissenschaften im Verlauf der Sekundarstufe I. Als Ursachen wurden einerseits die Lehrpläne mit ihren langen Listen zu behandelnder Inhalte identifiziert und andererseits ein Unterricht, der nicht systematisch auf dem vorherigen aufbaut, sondern immer wieder von vorne beginnt – wodurch kumulatives Lernen verhindert wird [2].

Kompetenz und Kompetenzentwicklung

In Folge der Diskussion über die mangelnden Leistungen der deutschen Schülerinnen und Schüler und deren Ursachen wurden die Lehrpläne in ihrer traditionellen Form abgeschafft und durch Bildungsstandards ersetzt [3]. Diese formulieren Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler am Ende einzelner Bildungsabschnitte bzw. mit Erreichen bestimmter Bildungsabschlüsse erreicht haben sollen [4]. Kompetenzen werden dabei als die zur Lösung bestimmter Probleme in einer Domäne z.B. der Physik benötigten Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, sowie die motivationalen Bereitschaften, die Lösung dieser Probleme proaktiv und eigenständig anzugehen [5]. Den Kern jeder Kompetenz bildet aber ein vernetztes, um die Kernkonzepte der Domäne organisiertes Wissen [6]. In der Formulierung von Bildungsstandards in Form von Kompetenzen manifestiert sich damit auch eine Verschiebung der Ziele schulischer Bildung von der Vermittlung eines umfassenden Wissens in sämtlichen Teilgebieten auf die Entwicklung eines weniger umfangreichen, aber besser vernetzten Wissens über die Teilgebiete der Domäne hinweg.

Bei der Entwicklung eines vernetzten Wissens über die Teilgebiete einer Domäne hinweg kommt den Kernkonzepten der jeweiligen Domäne eine besondere Rolle zu [8]. Diese Konzepte sind zentrale Konzepte in mehreren oder sogar allen Teilgebieten. Sie können die sinnvolle Auswahl der im Unterricht zu behandelnden Inhalte, die Verknüpfung von Inhalten über Teilgebiete der Domäne hinweg und damit den kumulativen Aufbau einer vernetzten Wissensbasis und die Entwicklung von Kompetenz in der Domäne unterstützen.

Kompetenzentwicklung am Beispiel des Energiekonzepts

Ein Kernkonzept der Physik ist das Energiekonzept. Es ist ein zentrales Konzept in allen Teilbereichen der Physik – von der Mechanik über die Elektrizitäts- und Wärmelehre bis zur Optik (Abbildung 1). Es verknüpft zum Beispiel

20170620 Plus Lucis_ph.indd 4 20.06.2017 08:09:22

in der Elektrizitätslehre Größen wie Spannung und Strom miteinander, oder in der Wärmelehre die Wärmekapazität mit der Temperatur. Zudem verknüpft das Energiekonzept physikalische Größen aus unterschiedlichen Teilgebieten der Physik. Unter anderem lässt sich z.B. mit Hilfe des Energiekonzepts analog zum klassischen Experiment von Joule die Frage beantworten, um wie viel ein Liter Wasser durch die beim Fallen eines Gewichts von einem Kilogramm verrichtete Arbeit erwärmt werden kann [8]; oder auch wie viel (elektrische) Energie mindestens benötigt wird um einen Sack Zement von 50 kg mittels eines Lastenaufzugs in den dritten Stock anzuheben.

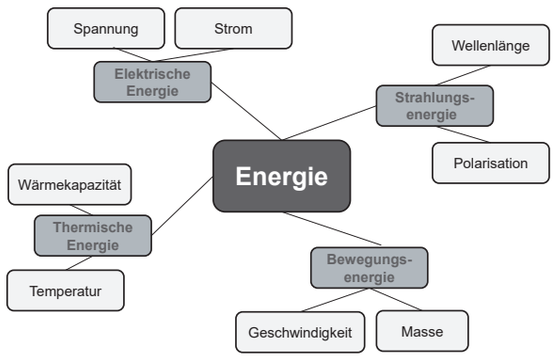


Abbildung 1: Das Energiekonzept als zentrales Konzept der Physik.

Die Auswahl und systematische Vernetzung von Inhalten und damit der kumulativen Aufbau einer vernetzten Wissensbasis (d.h. Kompetenz) mit Hilfe des Energiekonzepts setzt Erkenntnisse darüber voraus, wie sich das Verständnis des Energiekonzepts entwickelt. Das beschreibt das Verständnis von Energie, das Schülerinnen und Schüler am Ende der Schulzeit erworben haben sollen, als ein Verständnis der Erhaltung (von Energie) inmitten des Wandels von Erscheinungsformen und Erscheinungsorten bei gleichzeitiger Abnahme des Nutzwertes durch Entwertung [9]. Daraus ergeben sich fünf Aspekte des Energiekonzepts, die es für Schülerinnen und Schüler zu verstehen gilt: Energieformen, Energieumwandlung Energietransport, Energieentwertung und Energie-erhaltung. In den Unterricht kommen Schülerinnen und Schüler mit zum Teil sehr unterschiedlichen aus ihren Alltagserfahrungen entwickelten Vorstellungen von Energie. Diese lassen sich grob in zwei auf einander aufbauende Kategorien teilen: 1) ein Verständnis von Energie als Element menschlicher Aktivität und 2) ein Verständnis davon, dass nicht nur Menschen, sondern letztendlich jede Verrichtung von Arbeit – ob durch Mensch oder Maschine – Energie erfordert [10]. Untersuchungen lege nahe, dass Schülerinnen und Schüler ausgehend von diesen aus ihren Alltagserfahrungen begründeten Vorstellungen erst ein Verständnis von Energieformen entwickeln, gefolgt von einem Verständnis von Energieumwandlung und –transport, Energieentwertung und zuletzt ein Verständnis von Energieerhaltung [11]. Neuere Untersuchungen weisen zudem darauf hin, dass dieser Entwicklung eine zunehmende Integration von Wissen zugrunde liegt [12]. Das heißt, dass Schülerinnen und Schüler zwar Wissen zu den einzelnen Aspekten erwerben, die Entwicklung eines echten Verständnisses von Energie jedoch durch die zunehmende Integration von Wissen gekennzeichnet ist – ausgehend von einem Wissen über ausgewählte Energieformen sowie Prozesse, die mit der Umwandlung zwischen diesen Energieformen bzw. dem Transport dieser Energieformen verbunden sind. Mit dem Wissen über weitere Energieformen sowie Energieumwandlungs- und -transport-prozesse entwickelt sich sukzessive ein Verständnis, dass – nach Einführung der Wärme (oder thermischen Energie) – auch Wissen über Entwertungsprozesse einschließt. Ein Verständnis auch der Energieerhaltung setzt schließlich ein hoch vernetztes Wissen zu verschiedensten Energieformen (als unterschiedliche Manifestationen von Energie) sowie Umwandlungs-, Transport- und Entwertungsprozessen voraus (Abbildung 2).

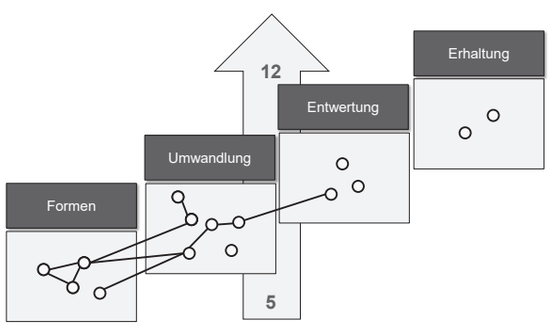


Abbildung 2. Entwicklung des Energieverständnisses als zunehmende Integration von Wissen zu einzelnen Aspekten von Energie (vgl. [12])

Eine curriculare Struktur zur systematischen Entwicklung eines solchen integrierten Energieverständnisses, d.h. eines Verständnisses, das auf einem über die verschiedenen Aspekte von Energie hinweg vernetzten Wissen beruht, ist in Tabelle 1 dargestellt. In solch einer Struktur wird die Energie üblicherweise über die Bewegungsenergie eingeführt. Dabei darf es nicht darum gehen, Energie zu definieren oder

20170620 Plus Lucis_ph.indd 5 20.06.2017 08:09:23

gar zu quantifizieren. Vielmehr sollte die systematische Exploration der Bewegungsenergie und ihrer (qualitativen) Abhängigkeit von der Masse und der Geschwindigkeit im Vordergrund stehen. Im nächsten Schritt könnte die elektrische Energie eingeführt werden. Dies bietet sich an, weil Schülerinnen und Schüler im Alltag vor allem im Zusammenhang mit der Nutzung elektrischer Geräte mit dem Begriff der Energie in Berührung kommen dürften. Dies kann über die Energieumwandlung beim Elektromotor geschehen. Alternativ kann statt der elektrischen Energie auch die Graviationsenergie eingeführt werden. Dann wären statt Elektromotor und Generator Energieumwandlungen am Beispiel des Pendels zu behandeln. In den darauf folgenden Jahrgängen würden z.B. mit der thermischen Energie und der Strahlungsenergie weitere Energieformen über dazugehörige Umwandlungsprozesse wie z.B. Wärmekraftmaschinen einzuführen. Daran ließen sich auch Fragen des Nutzwertes der Energie thematisieren. Den Abschluss der Sekundarstufe I bildet neben der Einführung der chemischen Energie die der Kernenergie im Kontext der Kernspaltung und Kernfusion. Hier lassen sich auch die Irreversibilität von Prozessen und die Dissipation von Energie im Kontext von Fragen der Energienutzung und –versorgung behandeln. Hier – d.h. am Ende der Sekundarstufe – kann schließlich zu quantitativen Betrachtungen übergegangen und daraus das Prinzip der Energieerhaltung entwickelt werden [13]. Der Unterricht zu Energie in der Oberstufe sollte darüber hinaus durch eine Vertiefung des Energieverständnisses im Rahmen einer vertieften Betrachtung von Anlagen zur Energieversorgung einerseits und einer vertieften physikalischen Betrachtung (Einführung des 1. und 2. Hauptsatzes der Thermodynamik) andererseits gekennzeichnet sein (vgl. [14]).

Ein an einer solchen curricularen Systematik zur Entwicklung des Energieverständnisses orientierter Physikunterricht zielt keinesfalls ausschließlich auf den Erwerb von Wissen zu einzelnen Aspekten von Energie. Im Gegenteil setzt die beschriebene Entwicklung Wissen über eine Vielzahl verschiedener Konzepte voraus. Die Einführung der elektrischen Energie mag zwar noch abstrakt erfolgen, aber bereits die Einführung der Bewegungsenergie erfordert bereits Wissen über physikalische Konzepte wie Masse oder Geschwindigkeit. Ebenso müssen für die weitere Entwicklung der elektrischen Energie als Energieform Bezüge zum elektrischen Strom und später auch der elektrischen Spannung expliziert werden. Über die Energieumwandlung lassen sich entsprechend Verknüpfungen zwischen Konzepten der Mechanik und der Elektrizitätslehre herstellen. In späteren Jahrgängen könnten in ähnlicher Weise Verknüpfungen zwischen der Elektrizitätslehre und der Mechanik und weiteren Inhaltsbereichen hergestellt werden, indem die vielfältigen Umwandlungsprozesse und die damit einhergehende Entwertung von Energie thematisiert werden, bevor schließlich die Idee der Energieerhaltung entwickelt wird [13]. Dabei sind – wie bereits erläutert –

Tabelle 1: Mögliche curriculare Struktur für die Entwicklung des Verständnisses von Energie vom Beginn der Sekundarstufe bis zum Ende der Sekundarstufe II (vgl. [14]).

	Energieformen	**Energieumwandlung**	**Energieentwertung**	**Energieerhaltung**
Jg. 11/12		Windräder, Wärmepumpen, Fusionsreaktoren	Energiespeicherung Reversibilität	Entropie 1. u. 2. Hauptsatz der Thermodynamik
Jg. 9/10	Kernenergie Chemische Energie	Kernspaltung, Kernfusion, Akku, Batterie	Irreversibilität Dissipation	Energieversorgung, Verantwortungsvolle Nutzung von Energie Energieerhaltungsprinzip
Jg. 7/8	Strahlungsenergie Thermische Energie	Photovoltaik Wärmetransport Wärmekraftmaschinen Kältemaschinen	Nutzwert von Energie Wirkungsgrad	
	Gravitationsenergie	Hebel, Pendel, weitere einfache Maschinen	Reibung	
Jg. 5/6	Bewegungsenergie Elektrische Energie	Elektromotor, Generator		

20170620 Plus Lucis_ph.indd 6 20.06.2017 08:09:23

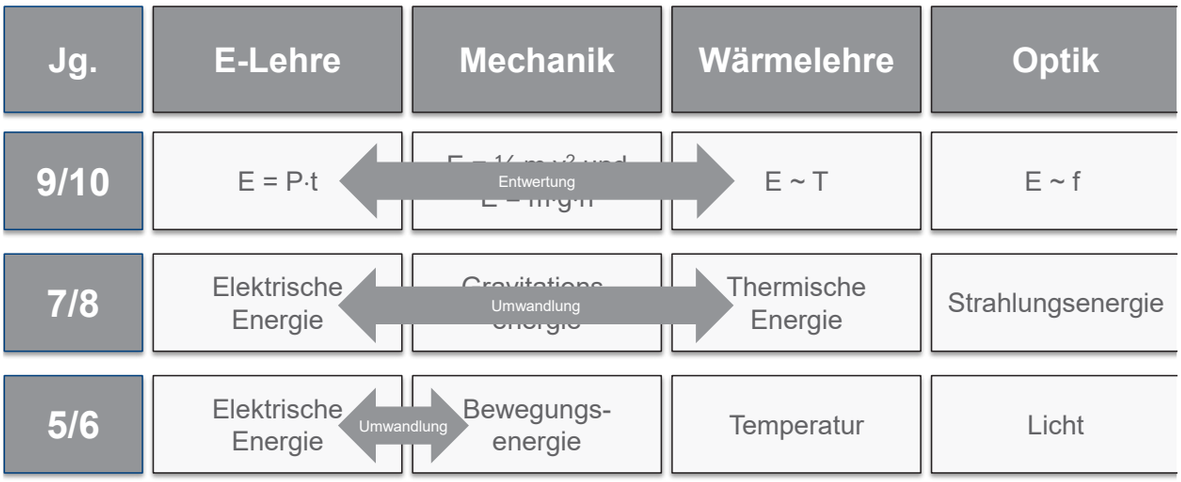


Abbildung 3: Das Basiskonzept Energie als didaktisches Instrument zum kumulativen Aufbau eines vernetzten Wissens über Physik.

weder die Reihenfolge der Themenbereiche, die in den jeweiligen Jahrgängen unterrichtet werden, noch die konkrete Ausgestaltung des Unterrichts, wie z.B. die Wahl der Kontexte, an denen die Inhalte behandelt werden, vorgegeben.

Zusammenfassung und Ausblick

Ein an der Entwicklung des Verständnisses der zentralen Konzepte der Physik orientierter Physikunterricht bildet die Grundlage für den kumulativen Aufbau physikalischer Kompetenz. Ein Modell von der Entwicklung des Verständnisses des jeweiligen Konzepts (z.B. dem Energie- oder Materiekonzept) bestimmt einerseits welche physikalischen Konzepte in welchen Jahrgängen auf welchem Niveau zu behandeln sind. Dadurch sollte der Physikunterricht auf die wesentlichen Konzepte fokussiert und so die Vermittlung eines umfassenden Wissens zugunsten der Entwicklung einer vernetzten Wissensbasis vermieden werden. Dies bedeutet keinesfalls, dass nur noch wenige – nämlichen die zentralen – Konzepte der Physik unterrichtet würden. Im Gegenteil setzt die systematische Entwicklung des Verständnisses z.B. von Energie die Einführung von Konzepten wie der Temperatur, der Masse oder der Geschwindigkeit voraus. Die Entwicklung des Verständnisses von Materie setzt in ähnlicher Weise die Behandlung von Konzepten wie der Masse, dem Volumen oder auch der Temperatur voraus. Hier deutet sich an, dass eine Orientierung an den zentralen Konzepten nicht nur die Auswahl der zu behandelnden Inhalte unterstützt, sondern auch geeignet ist, eine Verknüpfung zwischen Inhalten herzustellen. Im Kern ist also weiterhin ein Unterricht gegliedert nach Sachgebieten denkbar, ebenso wie ein Unterricht, der in Rahmenthemen gegliedert ist. Zentral ist, dass der Unterricht nicht nur innerhalb einer Unterrichtseinheit oder eines Jahrgangs – sprich: für eine einzelne Lehrkraft – einer Systematik folgt, sondern über mehrere Jahre hinweg – idealerweise von der Grundschule bis in die Sekundarstufe II. Nur Unterricht, der systematisch auf einander aufbaut und damit eine gewisse Kohärenz aufweist, kann zu einem kumulativen Aufbau von Kompetenz beitragen [15]. Neben der Orientierung an der Entwicklung des Verständnisses der zentralen Konzepte ist dabei eine systematische Variation im Umgang mit den behandelten Inhalten wichtig – vom (wissenschaftlichen) Erklären, über das Modellieren von Sachverhalten, die Entwicklung, Durchführung und Auswertung von Experimenten, bis hin zur Bewertung von Sachzusammenhängen. Die systematische Variation des Umgangs mit Inhalten und der Umgang mit verschiedenen Inhalten auf die gleiche Art und Weise bilden die Grundlage für Lernen, das einen Wissenserwerb und die Fähigkeit zur Anwendung dieses Wissens gleichermaßen fördert und damit auch den Aufbau von Kompetenz begünstigt [6]. Die Aufgabe der Physikdidaktik ist es, Schulen und Lehrkräfte mit entsprechenden Modellen und Vorschlägen zur Implementation im Rahmen schulspezifischer Curricula und im Physikunterricht zu unterstützen. Für das Energiekonzept liegen entsprechende Modelle und Vorschläge zur Implementation zumindest in Grundzügen vor. Für die weiteren in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Physik benannten Konzepte Materie, System und Wechselwirkung liegen teilweise Modelle vor, die es weiter zu entwickeln gilt, um die

20170620 Plus Lucis_ph.indd 7 20.06.2017 08:09:23

Systematik und Kohärenz des Physikunterrichts zu erhöhen und damit die physikalische Kompetenz – einschließlich der motivationalen Bereitschaften der Schülerinnen und Schülern, sich aktiv mit Physik auseinanderzusetzen, zu erhöhen.

Prof. Dr. Knut Neumann *Direktor der Abteilung Didaktik der Physik, IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik*

Literatur

[1] Baumert, J., Bos, W., & Watermann, R. (2000). Fachleistungen im voruniversitären Mathematik-und Physikunterricht im internationalen Vergleich. In Baumert, J., Bos, W. & Lehmann, R. (Hrsg.), Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe (S. 129-180). Opladen: Leske+ Budrich.

[2] Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I., & Köller, O. (1997). TIMSS. Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske+Budrich.

[3] Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., … Vollmer, H. J. (2003). Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards - Eine Expertise. Berlin: Bundes-ministerium für Bildung und Foschung (BMBF).

[4] Sekretariat der Ständigen Kultusministerkonferenz der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2005). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004. München: Luchterhand.

[5] Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), Leistungsmessungen in Schulen (S. 17–31). Weinheim: Beltz.

[6] Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). How people learn: Brain, Mind, Experience and School. Washington, DC: National Academy Press.

[7] Neumann, K., Kauertz, A., Lau, A., Notarp, H., & Fischer, H. E. (2007). Die Modellierung physikalischer Kompetenz und ihrer Entwicklung. Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwis-senschaften, 13, 103–123.

[8] Lopes Coelho, R. (2009). On the Concept of Energy: How Understanding its History can Improve Physics Teaching. Science & Education, 18(8), 961–983.

[9] Duit, R. (2007). Energie: Ein zentraler Begriff der Naturwissenschaften und des naturwis-senschaftlichen Unterrichts. Unterricht Physik, 101, 4–7.

[10] Liu, X., & McKeough, A. (2005). Developmental growth in students' concept of energy: Analysis of selected items from the TIMSS database. Journal of Research in Science Teaching, 42(5), 493–517.

[11] Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J., & Fischer, H. E. (2013). Towards a learning pro-gression of energy. Journal of Research in Science Teaching, 50(2), 162–188.

[12] Nagy, G. & Neumann, K. (2013). How middle school students learn about energy. Paper presented at the Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Puerto Rico, USA.

[13] Kröger, J. (2012). Entwicklung von Experimenten zur Einführung der Energieentwertung und Energieerhaltung im Physikunterricht der Mittelstufe. Unveröffentlichte Masterar-beit. IPN: Kiel.

[14] Deutsche Physikalische Gesellschaft (2016). Physik in der Schule. Anlage Basiskonzepte. Berlin: Deutsche Physikalische Gesellschaft.

[15] Fortus, D., Sutherland Adams, L. M., Krajcik, J., & Reiser, B. (2015). Assessing the role of curriculum coherence in student learning about energy. Journal of Research in Science Teaching, 52(10), 1408-1425.

[16] National Research Council (2014). Developing assessments for the Next Generation Sci-ence Standards. Washington, DC: The National Academies Press.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 8 20.06.2017 08:09:24

Die Bedeutung von Unterrichtslehrgängen für die Entwicklung von Kompetenz

Empirischer Beleg für die Wichtigkeit von Lehrgangsentwicklung sowie ein Beispiel für einen Lehrgang zur Energieentwertung

Susanne Weßnigk & Jeffrey Nordine

Einleitung

Es besteht international Konsens darüber, dass die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, oder auch englisch scientific literacy, übergeordnetes Ziel für den naturwissenschaftlichen Unterricht im Laufe der Sekundarstufe 1 ist [1]. Dies ist gerade heute in unserer durch Technologie und Naturwissenschaft geprägten Gesellschaft von entscheidender Bedeutung – jede mündige Person sollte in der Lage sein, naturwissenschaftliche Probleme und Lösungen dazu, angemessen zu bewerten und einzuordnen [2]. Doch wie wird naturwissenschaftliche Grundbildung vermittelt? Hier können gut entwickelte Unterrichtskonzepte helfen, die orientiert an Ergebnissen fachdidaktischer Forschung evidenzbasiert die Umsetzung kognitiver oder affektiver Ziele unterstützen. Zudem können die Basiskonzepte im Fach zu Hilfe kommen, die strukturgebendes Element beim Aufbau einer naturwissenschaftlichen Grundbildung sein sollen. Für das Unterrichtsfach Physik sind in Deutschland vier Basiskonzepte benannt: Energie, System, Wechselwirkung und Materie.

Energieverständnis als Teil naturwissenschaftlicher Grundbildung

Energie ist eines der zentralen Konzepte in den Naturwissenschaften. Ein integriertes Verständnis von Energie ist für die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung wesentlich (vgl. z.B. [3,4]. Mit Hilfe eines integrierten Verständnisses von Energie werden Schülerinnen und Schüler befähigt, authentische Probleme in unterschiedlichen Kontexten zu lösen [5] bzw. überhaupt erst einmal nachzuvollziehen. Man denke in diesem Zusammenhang bspw. an Fragestellungen zu regenerativen Energien oder Photovoltaikanlagen auf Privathäusern. Weitestgehend Einigkeit in der Fachdidaktik Physik besteht darüber, dass ein integriertes Verständnis von Energie ein Verständnis der Aspekte Energieformen/-quellen, Energieumwandlung, Energietransfer, Energieentwertung und Energieerhaltung beinhaltet (eine Übersicht gibt [3]). In diesem Zusammenhang gelang es Liu und McKeough durch eine Reanalyse der TIMMS Daten von 1996 zu zeigen, dass Lernende ein Verständnis entlang der einzelnen Aspekte (Aktivität), Formen/Quellen, Umwandlung/Transfer, Entwertung und Erhaltung entwickeln [6]. Andere Forschungsgruppen bestätigten dieses Ergebnis [7,8]. Darunter auch Neumann et al., die ein Kompetenzentwicklungsmodell zur Entwicklung von Energieverständnis im Laufe der Sekundarstufe 1 aufstellten und den von Liu und McKeough angegebenen Verlauf mit ihrer Kompetenzentwicklungsstudie bestätigten [9]. Sowohl bei den Untersuchungen von Liu und McKeough als auch bei denen von Neumann et al. blieb aber die Frage offen, inwieweit die Entwicklung des Energieverständnisses eine Folge der Entwicklung von allgemeinen (domänenunspezifischen) kognitiven Fähigkeiten wie bspw. Leseverständnis oder formal-logischem Denken ist. Neben domänenspezifischen kognitiven Fähigkeiten wie z.B. dem Wissen über Energie spielen domänenunspezifische kognitive Fähigkeiten beim Problemlösen eine Rolle [10,11,12]. Dabei sind die formal-logisch-quantitativen Fähigkeiten, die mathematischen und linguistischen Fähigkeiten wie Leseverständnis und Lesegeschwindigkeit die stärksten Prädiktoren für das Abschneiden im Leistungstest [13,14]. Während Liu und McKeough argumentierten, dass die Entwicklung eines Verständnisses von Energie stärker eine Folge der Entwicklung von allgemeinen kognitiven Fähigkeiten durch Maturation ist und weniger stark eine Folge der Beschulung, vermuteten Neumann et al. ausschließlich einen Einfluss der Beschulung. Die Frage, die sich dahinter verbirgt, ist für den Schulalltag von entscheidender Bedeutung: In welchem Maße wird die Entwicklung des Verständnisses für ein physikalisches Konzept durch die

20170620 Plus Lucis_ph.indd 9 20.06.2017 08:09:24

Entwicklung allgemeiner kognitiver Fähigkeiten und in welchem Maße von der Beschulung beeinflusst? Dies heißt lapidar ausgedrückt nichts anderes als „Wie wichtig ist die konkrete Ausgestaltung der Unterrichtslehrgänge für die Verständnisentwicklung eines bestimmten Konzepts“? Für die Klärung der Frage des Einflusses von sogenannten Hintergrundvariablen wie den allgemeinen kognitiven Fähigkeiten auf das Abschneiden in Leistungstests bietet sich eine Untersuchung mit einem Raschhintergrundmodell an (vgl. z.B. [15]). Um daher die Frage nach dem Einfluss der Hintergrundvariablen formal-logisch-quantitativen Fähigkeiten, mathematische Fähigkeiten, Leseverständnis, Lesegeschwindigkeit sowie der Beschulung auf das Energieverständnis klärend zu beantworten, wurde eine Reanalyse von Daten aus der Kompetenzentwicklungsstudie [9] mittels eine sogenannten Raschhintergrundmodells durchgeführt [16].

Bedeutung schulischer Unterrichtslehrgänge

Wie die Berechnungen mit dem Raschhintergrundmodell zeigen, besitzen die betrachteten allgemeinen kognitiven Fähigkeiten einen signifikanten Einfluss auf das Abschneiden im Test zum Energieverständnis, das schulische Lernen in den einzelnen Jahrgängen und damit die Vermittlung des Unterrichtsstoffs in Unterrichtslehrgängen jedoch besitzt einen größeren, ebenfalls signifikanten Einfluss (vgl. [16]). Das schulische Lernen leistet damit einen substantiellen Beitrag und wirkt sich maßgeblich auf das im Test erhobene Energieverständnis aus. Dieses Ergebnis ergänzt die Erkenntnis, dass die Verständnisentwicklung in Bezug auf das Energiekonzept abhängig ist von der curricularen Struktur der Unterrichtsinhalte und den gegebenen Instruktionen [17].

Für die Schule bedeutet das Ergebnis Folgendes: zum einen fällt höheren Jahrgängen das Verständnis von abstrakteren Konstrukten bzw. Themeninhalten wie etwa der Energieerhaltung leichter, weil die allgemeinen domänenunspezifischen kognitiven Fähigkeiten mit wachsendem Alter ein abstrakteres Denken und Verstehen ermöglichen. Zum anderen bedeutet dies aber auch, dass die Gestaltung von Unterrichtslehrgängen von entscheidender Bedeutung ist für die Verständnisentwicklung in Bezug auf ein abstraktes Konstrukt wie das Energiekonzept – es ist offenbar nicht „egal“, nach welchem Lehrgang unterrichtet wird. Die Entwicklung von geeigneten kompetenzfördernden Lehrgängen ist daher ein Ziel fachdidaktischer Arbeit.

Energieentwertung und Energieerhaltung

In Bezug auf die verschiedenen Aspekten des Energiekonstrukts gelingt es Schülerinnen und Schülern in der Regel die Aspekte Formen/Quellen, Umwandlung und Transfer gut zu begreifen – zum Ende der 8. Jahrgangsstufe haben die Lernenden ein grundlegendes Verständnis bezüglich dieser Aspekte aufgebaut [6,9]. Ein tiefergehendes Verständnis insbesondere des Aspekts der Energieerhaltung aufzubauen, fällt jedoch vielen Schülerinnen und Schülern schwer [6,18,19]: nur wenige verfügen am Ende der Sekundarstufe 1 über ein elaboriertes Verständnis [9]. Es gelingt zwar vielen, das Energieerhaltungsprinzip zu replizieren, ein Transfer auf Alltagsphänomene erweist sich aber häufig als schwierig [18,19] Beispielsweise haben viele Lernende Schwierigkeiten, für Prozesse wie einem „fallenden Stein“, der auf den Boden aufkommt, eine Verbindung zum Thema Energieentwertung herzustellen und die Erhaltung der Energie in dem betrachteten System zu „erkennen“ [20]. Auf dem Weg zur Entwicklung eines Verständnisses für Energieerhaltung ist daher ein Verständnis für Energieentwertung ein wichtiger Aspekt (vgl. auch [6]).

Die Übertragung des Energieerhaltungsprinzips auf Alltagsphänomene gelingt schwer, das Prinzip scheint im Widerspruch zu ablaufenden Prozessen zu stehen: Wohin geht denn bspw. die Energie eines sich abkühlenden Getränks? Um zu verstehen, dass Energie nicht verloren geht, muss erkannt werden, dass immer dann, wenn Energie scheinbar in einem System verschwunden ist, diese entweder aus dem System heraus transferiert oder in eine andere Energieform umgewandelt wurde. Bei real ablaufenden Prozessen wird immer ein Teil der Energie in eine Energieform umgewandelt, die oftmals schwer zu erkennen ist: thermische Energie. Das heißt, dass bspw. bei einem Reibungsprozess wie einem Schlüsselbund, das über einen Tisch gleitet, die Bewegungsenergie nach und nach in thermische Energie umgewandelt wird. Diese Energie ist schwer zu entdecken – die mit der Umwandlung in thermische Energie verbundene minimale und kurzzeitige Temperaturerhöhung in der direkten Umgebung des

20170620 Plus Lucis_ph.indd 10 20.06.2017 08:09:24

Schlüsselbundes kann mit herkömmlichen Thermometern schlecht wahrgenommen werden. Ohne die Umwandlung in thermische Energie zu erkennen und ohne den Transfer in die Umgebung wahrnehmen zu können, scheint die Entstehung von thermischer Energie für Schülerinnen und Schüler ohne Evidenz zu sein. Hilfestellung können an dieser Stelle Wärmebildkameras bieten: sie können Schülerinnen und Schülern Evidenz geben, wie sich die Temperatur von Objekten und ihren Umgebungen schnell während eines ablaufenden Prozesses verändert [21]. Wärmebildkameras existieren schon seit geraumer Zeit, bis vor kurzem jedoch war ihr Anschaffungspreis für Schulen zu hoch. Mittlerweile gibt es Wärmebildkameras, die in Verbindung mit einem Tablet oder einem Smartphone eingesetzt werden können und deren Anschaffungspreis zwischen 250 und 300 Euro liegt.

Mit dem Ziel, zunächst für verschiedene Phänomene wie z.B. einem sich abkühlenden Getränk oder einem rutschenden Objekt zu klären, wohin die Energie des betrachteten Prozesses geht und was unter Energieentwertung verstanden wird, wurden im außerschulischen Lernort „Energielabor" der Kieler Forschungswerkstatt Wärmebildkameras mit 11-13 Jährigen im Rahmen einer kleinen Pilotstudie eingesetzt [22]. Wärmebildkameras finden ihre technische Anwendung in der Bauthermographie oder der Messung von Verlustleistungen in der Leistungselektronik. Die Thematisierung von Wärmebildkameras im Energielabor setzt im Zusammenhang mit Wärmedämmung und Wärmeverlust an.

Ein Energielehrgang mit Wärmebildkamera zur Beförderung eines Verständnisses für Energieentwertung

Ziel der Pilotstudie im Energielabor war es zu untersuchen, inwieweit der Einsatz einer Wärmebildkamera eine Verbesserung des Verständnisses für Energieentwertung befördert. Um diese Forschungsfrage zu beantworten, wurden verschiedene Aktivitäten für einen Energielehrgang entwickelt, der als Nachmittagsangebot an Kinder der 6. bis 8. Jahrgangsstufe in dem Energielabor angeboten wurde. Das Nachmittagsangebot wurde von 10 Schülerinnen und Schülern aus Schleswig-Holstein wahrgenommen. 6 Kinder dieser Gruppe nahmen an der Studie teil (fünf Schülerinnen und Schüler der 6. Jahrgangsstufe, wobei bis auf ein Kind alle auf Gymnasien gingen; ein Kind der 8. Jahrgangsstufe, Gymnasium). Das Energieverständnis der Teilnehmenden wurde mit Hilfe einer Interviewmethode mit halbstrukturiertem Interviewprotokoll im Pre-Post-Design vor und nach dem Einsatz der Wärmebildkameras erhoben [20].

Aktivitäten und Datenerhebung

Der Energielehrgang bestand aus vier Nachmittagssitzungen mit jeweils zwei Stunden, die einzelnen Sitzungen waren über drei Monate verteilt. Die Aktivitäten sind adaptiert vom Curriculum "Investigating and Questioning our World through Science and Technology" (IQWST) [23]. Tabelle 1 liefert einen Überblick über die Aktivitäten und die Datenerhebung. Zusätzlich zu dem halbstrukturierten Interview füllten die Kinder am dritten Nachmittag noch Schüler- und Schülerinnenfeedbackbögen aus.

An dem ersten Nachmittag spielten die Kinder mit verschiedenen Spielzeugen, die alle mit dem Thema Energie zusammenhingen. Hierbei sind z.B. eine Lichtwippe oder der Schluckspecht zu nennen. Aufbauend auf diese Einführung führten die Kinder Experimente zur Bewegungs- und Lageenergie durch und identifizierten die Einflussfaktoren Masse und Geschwindigkeit bzw. Masse und Höhe für die jeweilige Energieform. Der zweite Nachmittag fokussierte auf dem Aspekt Energieumwandlung, indem die Lernenden verschiedene Prozesse wie z.B. eine Pendelbewegung oder die Bewegung einer Kugel auf einer Achterbahn beobachteten, bei denen Umwandlungen von Lage- in Bewegungsenergie und umgekehrt stattfanden. Dabei wurde festgestellt, dass die Abnahme in einer Energieform

Tabelle 1: Übersicht über den Energielehrgag mit Aktivitäten und Datenerhebung

	Nachmittag 1	**Nachmittag 2**	**Nachmittag 3**	**Nachmittag 4**
Aktivität	Einführung Bewegungsenergie & Lageenergie	Energieumwandlung	Thermische Energie; Wärmebildkameras	Alternativaktivität: Bau einer Rube-Goldberg Maschine
Datenerhebung		Pre Interview (T1)	Schülerfeedbackbögen	Post Interview (T2)

20170620 Plus Lucis_ph.indd 11 20.06.2017 08:09:24

immer mit der Zunahme in der anderen Energieform einherging. Abschließend wurde festgehalten, dass immer dann, wenn sich eine Energieform verändert, auch eine Veränderung in (mindestens) einer anderen Energieform stattfinden muss. Am dritten Nachmittag wurden die Kinder mit der Idee der Thermischen Energie vertraut und erkundeten zunächst mit einer Wärmebildkamera die Umgebung. Nach dieser Einführung durchliefen sie in kleinen Gruppen verschiedene Stationen. Eine Auswahl der Stationen wird hier vorgestellt:

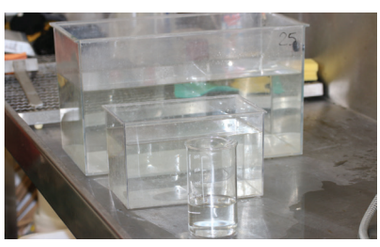
Station Wasserbehälter: die Kinder beobachten hier mit einer Wärmebildkamera die Ausbreitung einer vorgegebenen Menge heißen Wassers (250 ml) in drei verschieden großen Wasserbehältern gefüllt mit kaltem Wasser (Abb. 1). Die Kinder haben dabei auch die Mischtemperatur des Wassers in den Behältern gemessen.

Station Rampe: die Kinder untersuchten mit Hilfe der Wärmebildkamera einen Wagen, der zunächst eine Rampe herunterrollt und in einem zweiten Versuch diese Rampe hinuntergleitet (der Wagen konnte einfach umgedreht werden).

Die Station Wasserbehälter gab Evidenz dafür, dass thermische Energie nicht einfach verschwindet, sondern schwieriger wahrzunehmen ist, wenn das betrachtete System – hier der Wasserbehälter - größer wird. Die Station Rampe wiederum legte den Fokus auf die Umwandlung von Lageenergie in Bewegungsenergie und thermische Energie: die Schülerinnen und Schüler erkannten, dass der gleitende Wagen am Ende der Rampe angekommen eine kleinere Geschwindigkeit besaß und damit eine kleinere Bewegungsenergie hatte als der rollende Wagen. Die Beobachtung der Rampe bei gleitendem Wagen mittels Wärmebildkamera zeigte den Kindern „kurzlebige thermische Spuren“ auf der Rampe. Diese Spuren ließen die Kinder vermuten, dass ein Teil der Energie des Wagens in thermische Energie umgewandelt wurde und an die Rampe und die Umgebung abgegeben wurde. Der vierte Nachmittag diente lediglich der Durchführung des Post-Interviews, die Schülerinnen und Schüler bauten als Alternativaktivität während sie nicht befragt wurden eine Rube-Goldberg Maschine. Unter einer Rube-Goldberg Maschine wird eine sogenannte Nonsens-Maschine verstanden, deren Sinn und Zweck einzig und allein darin liegt, eine bestimmte Tätigkeit wie das Zerplatzen eines Luftballons oder aber auch das Weiterklicken einer PowerPoint Folie in einem Vortrag durch eine unnötige Ansammlung verschiedenster Schritte durchzuführen. Ein Luftballon könnte bspw. dadurch platzen, dass zunächst eine Kugel eine Murmelbahn hinunterläuft, an deren Ende eine Reihe von Dominosteinen steht. Die Murmel würde die Dominosteinreihe anstoßen. Kippt nun der letzte Stein um, könnte sich dadurch ein Auto in Bewegung setzen an dessen Front eine Nadel befestigt ist, die den Ballon zum Platzen bringt. Dieser Ablauf von verschiedenen unnötigen „Arbeitsschritten“ kann beliebig verlängert werden. Unseren Erfahrungen zufolge hatten die Teilnehmenden sehr viel Spaß beim Aufbau der Rube-Goldberg Maschine. Zudem ergeben sich durch die Maschine zahlreiche Diskussionsmöglichkeiten für Bewegungsabläufe und Energieumwandlungsprozesse.

Abbildung 2: Ein Wagen oben an der Rampe, kurz vor dem Heruntergleiten

a) Behälter mit kaltem Wasser



b) Messung der Mischtemperatur

c) Wärmebildkameraaufnahme

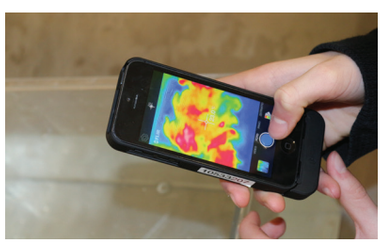


Abbildung 1: in verschieden große Behälter gefüllt mit kaltem Wasser werden 250 ml heißes Wasser gegossen

20170620 Plus Lucis_ph.indd 12 20.06.2017 08:09:28

Abbildung 3: Ausschnitt einer Rube-Goldberg Maschine, bei der eine Glocke zum Läuten gebracht wird (eine Murmel soll oben in die Isolierung eines Heizungsrohres gesteckt werden, anschließend läuft sie die Rampe herunter und löst die Dominolawine aus. Die letzten Dominosteine lassen eine Wippe kippen und ein Auto – hier noch nicht auf der Wippe platziert - rollt nach vorne und lässt ein zweites Auto die Tischkante in einem Eimer hinunterfallen, der sich nach unten bewegt und schließlich die Glocke zum Läuten bringt, Eimer und Glocke sind auf der Abbildung nicht mehr zu sehen).

Steigerung des Verständnisses für Energieentwertung

Die Ergebnisse aus den Schüler- und Schülerinneninterviews (Abb. 4) zeigen ein deutliches Ansteigen des Verständnisses für Energieentwertung. Der Wilcoxon-Test, der für kleine Stichproben eingesetzt werden kann [24], liefert einen signifikanten Unterschied im Verständnis für Energieentwertung zwischen den Zeitpunkten T1 und T2. Für die anderen Aspekte ergeben sich unwesentliche Veränderungen.

Die Schüler- und Schülerinnenfeedbackbögen lieferten zusätzliche Informationen über die Arbeit mit der

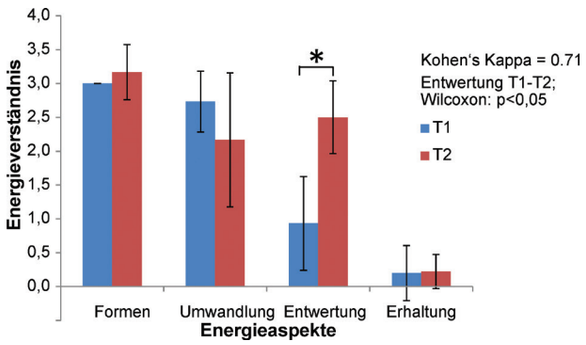


Abb. 4: Energieverständnis der Kinder vor und nach dem Einsatz der Wärmebildkamera

Wärmebildkamera. Es zeigte sich dabei, dass die Teilnehmenden die Arbeit mit der Wärmebildkamera mochten und es ihnen Spaß machte. Zudem bescheinigten sie für sich selbst auch einen Lernzuwachs, wie folgende Antworten zeigen:

Frage: Was hast du beim Einsatz mit der Wärmebildkamera gelernt?

- „Ja, dass Wärme sich mit anderen Wärmen ausgleichen kann."
- „Dass Wärme, wie ich gedacht habe, nicht verschwindet, sondern nur so gut verteilt, dass alles fast die gleiche Temperatur hat."

Insgesamt hat die Pilotstudie gezeigt, dass der Lehrgang mit der Wärmebildkamera gut geeignet ist für die Beförderung des Verständnisses von Energieentwertung [22]. Ob die Wärmebildkamera wirklich notwendig ist oder ob eine ähnliche Verbesserung im Verständnis für Energieentwertung auch durch den Lehrgang mit Hilfe anderer Messinstrumente erreicht wird wie z.B. einer sogenannten Sensor Tag (IoT-Entwicklungskit (Internet of Things), das Sensordaten wie Temperatur oder Geschwindigkeit erfasst und Cloud-Konnektivität verwendet), soll in einer Folgestudie untersucht werden.

Jun. Prof. Dr. Susanne Weßnigk *Leibniz Universität Hannover, Institut für Didaktik der Mathematik und Physik, AG Physikdidaktik*

Prof. Dr. Jeffrey Nordine *Stellvertretender Direktor der Abteilung Didaktik der Physik, IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik*

20170620 Plus Lucis_ph.indd 13 20.06.2017 08:09:30

Literatur

[1] Waddington, D., Nentwig, P. & Schanze, S. (Hrsg.) (2007). Making it comparable. Standards in Science Education. Münster: Waxmann.

[2] Dubs, R. (2002). Science Literacy: Eine Herausforderung für die Pädagogik. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & Evans, R. (Hrsg.) (2002). Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich, 69–82.

[3] Chen, R.F., Eisenkraft, A., Fortus, D., Krajcik, J.S., Neumann, K., Nordine, J. et al. (Hrsg.) (2014). Teaching and learning of energy in K-12 education. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.

[4] Driver, R. & Millar, R. (1986). Energy matters. Leeds: Centre for Science and Mathematics Education, University of Leeds.

[5] Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (2000). How people learn: Brain, mind, experience and school. Washing-ton, D.C.: National Academy Press.

[6] Liu, X. & McKeough, A. (2005). Developmental growth in students› concept of energy: Analysis of selected items from the TIMSS database. Journal of research in science teaching, 5 (42), 493–517.

[7] Dawson-Tunik, T.L. (2006). Stage-Like Patterns in the Development of Conceptions of Energy. In: Liu, X. & Boone, W.J. (Hrsg.) (2006). Applications of Rasch measurement in science education. Maple Grove, Minn: JAM Press, 111–136.

[8] Nordine, J., Krajcik, J. & Fortus, D. (2011). Transforming energy instruction in middle school to support integrated understanding and future learning. Science Education, 4 (95), 670–699.

[9] Neumann, K., Viering, T., Boone, W.J. & Fischer, H.E. (2012). Towards a learning progression of energy. Journal of research in science teaching, 2 (50), 162–188.

[10] Baumert, J., Lüdtke, O., Trautwein, U. & Brunner, M. (2009). International student assessment studies measure the results of cumulative processes of knowledge acquisition: Evidence in support of the distinction between intelligence and student achievement. Educational Research Review, 3 (4), 165–176.

[11] Helmke, A. & Weinert, F. (Hrsg.) (1997). Unterrichtsqualität und Leistungsentwicklung: Ergebnisse aus dem SCHOLAS-TIK-Projekt. Weinheim: PVU.

[12] Weinert, F.E. & Helmke, A. (2010). Learning from wise Mother Nature or Big Brother Instructor: The wrong choice as seen from an educational perspective. Educational Psychologist, 3 (30), 135–142.

[13] Heller, K.A. & Perleht, C. (2000). Kognitiver Fähigkeitstest für 4.-12. Klassen, Revision (KFT 4-12+ R). Göttingen: Hogrefe.

[14] Thorndike, R. & Hagan, E. (1997) (Hrsg.). CogAT Research Handbook: The Riverside Publishing Company.

[15] Rost, J., Walter, O., Carstensen, C.H., Senkbeil, M. & Prenzel, M. (2004). Naturwissenschaftliche Kompetenz. In: PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.) (2004). PISA 2003: Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs. Münster: Waxmann, 111–146.

[16] Weßnigk, S. & Neumann, K. (2015). Understanding Energy: An exploration of the relationship between measures of students' understanding of energy, general cognitive abilities and schooling. Science Education Review Letters (SERL), 7–15.

[17] Nordine, J., Krajcik, J. & Fortus, D. (2011). Transforming energy instruction in middle school to support integrated understanding and future learning. Science Education. 4 (95). 670-699.

[18] Chabalengula, V. M., Sanders, M. & Mumba, F. (2012). Diagnosing students' understanding of energy and its related concepts in biological context. International Journal of Science and Mathematics Education, 2 (10), 241–266.

[19] Driver, R. & Warrington, L. (1985). Students› use of the principle of energy conservation in problem situations. Physics Education, 4 (20), 171–176.

[20] Lindner, K. (2014). Erfassung des Verständnisses von Energie im Rahmen einer Interviewstudie. Masterarbeit zur Erlangung des Grades Master of Education. Kiel.

[21] Kröger, J. (2012).Entwicklung von Experimenten zur Einführung der Energieentwertung und Energieerhaltung im Phy-sikunterricht der Mittelstufe. Masterarbeit zur Erlangung des Grades Master of Education. Kiel.

[22] Nordine, J. & Weßnigk, S. (2016). Exposing Hidden Energy Transfers with Inexpensive Thermal Imaging Cameras. Science Scope, 25–32.

[23] Krajcik, J. S., Reiser, B. J., Fortus, D. & Sutherland, L. (2015). Investigating and Questioning Our World Through Science and Technology (IQWST). Greenwich, CT: Activate Learning.

[24] Bortz, J. & Lienert, G.A. (2008). Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung: Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 14 20.06.2017 08:09:30

Daten analysieren – eine Kompetenz, die im Physikunterricht zu kurz kommt?

Resümee des IMST-Projekts „Innovatives Physik-Labor“ [1]

Susanne Neumann

Wohl alle Physiklehrkräfte würden der Aussage zustimmen, dass Experimente in ihrem Unterricht eine große Rolle spielen. Nicht nur das klassische Demonstrationsexperiment, sondern auch das eigenständige Experimentieren durch Schülerinnen und Schüler haben sich als bewährte Methode des naturwissenschaftlichen Unterrichts durchgesetzt. Auch von der Öffentlichkeit wird das Experiment als Inbegriff des Physikunterrichts gesehen (obwohl oft beklagt wird, dass im selbst erlebten Physikunterricht viel zu wenig experimentiert wurde).

Sieht man jedoch etwas genauer hin und untersucht, welche experimentellen Kompetenzen im Unterricht tatsächlich geübt werden, so wird deutlich, dass die meisten „Experimente“, die im Physikunterricht an der Tagesordnung stehen, mit der eigentlichen naturwissenschaftlichen Methode des Experimentierens recht wenig zu tun haben. Die offensichtlichste, aber nicht die einzige Kritik gilt dem zu stark angeleiteten Experimentieren. Das Abarbeiten von Instruktionen (wie in einem Kochbuch) mag zwar in einigen Lernsituationen notwendig sein (z.B. wenn Schülerinnen und Schüler den Umgang mit einem Messinstrument lernen), ist aber nicht mehr zielführend, wenn das kreative Problemlösen im Mittelpunkt stehen soll.

Will man als Lehrkraft den eigenen Unterricht dahingehend prüfen, wie viel Raum „echtes Experimentieren“ einnimmt, kann ein Blick auf das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften[2] eine erste Orientierung schaffen. Als experimentelle Kompetenzen werden darin genannt:

- […] Beobachtungen machen und/oder Messungen durchführen und diese beschreiben
- […] Fragen stellen und Vermutungen aufstellen
- zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren
- Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen), interpretieren und durch Modelle abbilden.

Genau diese Auflistung im Kompetenzmodell gab Anlass dafür, ein IMST-Projekt zu diesem Thema durchzuführen, bei dem als erste Maßnahme das Physik-Team unserer Schule sich Gedanken machte, welche dieser experimentellen Kompetenzen im Unterricht[3] wirklich angesprochen und geübt werden.

Im Rahmen des IMST-Projekts beschlossen wir als Physikteam unsere Aufmerksamkeit auf einen Ausschnitt der letzten Teilkompetenz zu lenken: Daten von Untersuchungen analysieren. Somit stellte sich nun die Frage: Welche experimentellen Aufgaben, die bisher im Unterricht eingesetzt wurden, gaben unseren Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit, Daten von Untersuchungen selbständig zu analysieren? Es stellte sich schnell heraus, dass bei der überwiegenden Mehrheit der eingesetzten Experimente diese Kompetenz überhaupt keine Rolle spielte. In den meisten Fällen war gar keine Datenanalyse erforderlich und falls doch, so beschränkte sie sich auf das stark angeleitete Zeichnen von Diagrammen oder den rechnerischen Nachweis eines (schon vorgegebenen) Gesetzes. Auch bei der Durchsicht unserer Prüfungsaufgaben, insbesondere Aufgaben zur schriftlichen und mündlichen Reifeprüfung, wurde rasch ersichtlich, dass das eigenständige Analysieren von Daten in unserem bisherigen Unterricht komplett gefehlt hatte – eine Beobachtung, die auch bei der Durchsicht des österreichweiten AECCP-Aufgabenpool zur mündlichen Reifeprüfung bestätigt wird.

Die Vermutung lag allerdings nahe, dass unsere Schülerinnen und Schüler Grundzüge der Datenanalyse (z.B. Punktdiagramme zeichnen, direkte oder indirekte Proportionalität von Messwerten erkennen) zu Beginn der 7. Klasse, in der wir das IMST-Projekt durchführten, schon beherrschten. Immerhin handelte es sich bei allen

20170620 Plus Lucis_ph.indd 15 20.06.2017 08:09:30

Projektklassen um Realgymnasiums-Klassen, die noch dazu als Laptopklassen geführt werden. Wir führten daher in eine der ersten Unterrichtsstunden einen Pre-Test mit folgender Aufgabenstellung durch:

> In einem Experiment untersuchst du, wie die Frequenz eines Tones von der Länge der Panflöten-Pfeifen abhängt. Du erhältst folgende Werte:
>
> Eine Pfeifenlänge von 19,5 cm ergibt eine Frequenz von 432 Hz. Eine Frequenz von 651 Hz ergibt sich bei einer Pfeifenlänge von 13,1 cm. Eine Pfeifenlänge von 24,1 cm ergibt eine Frequenz von 348 Hz. 883 Hz ergeben sich bei einer Länge von 9,4 cm.
>
> Stelle diese Daten in einer Wertetabelle und in einem Diagramm/Graph dar. Welchen mathematischen Zusammenhang vermutest du? Begründe.

Von unseren Schülerinnen und Schülern erwarteten wir dazu Folgendes:

- Die Daten werden in einer Wertetabelle dargestellt, wobei die physikalischen Größen sowie die Einheiten ersichtlich sein müssen. Die Werte müssen dabei nicht notwendigerweise der Größe nach geordnet werden.
- Ein Punktdiagramm (oder ein anderes aussagekräftiges Diagramm), bestehend aus den vier Datenpaaren, wird gezeichnet, wobei die physikalischen Größen sowie die Einheiten ersichtlich sein müssen. Ein Verbinden der Datenpunkte ist nicht erforderlich.
- Ein mathematischer Zusammenhang wird genannt und eine Begründung für diese Vermutung wird gegeben. In diesem Falle ist es naheliegend, ein indirektes Verhältnis zu vermuten und dieses z.B. mit der Aussage zu begründen, dass sich bei einer Verdopplung der Pfeifenlänge annähernd eine Halbierung der Frequenz ergibt. Auch ein bloßer negativer[4] Zusammenhang (Begründung: Die Frequenz verringert sich, wenn sich die Pfeifenlänge erhöht) wurde als vollwertige, korrekte Antwort gewertet.

Da wir durch die nicht sehr erfreulichen Ergebnisse zugegebenermaßen zunächst etwas schockiert waren, standen die nächsten Schritte rasch fest: nach einer Input-Phase, in der wir die Grundlagen des Daten-Auswertens thematisierten, sollten Untersuchungen ausgewählt und durchgeführt werden, bei denen genau diese Kompetenz der Datenanalyse geübt wird. Beim Bearbeiten der Forschungsfrage wurde jeweils ein sehr offenes Format gewählt. Die Forschungsfrage wurde formuliert, die Art der Bearbeitung und das Forschungsdesign (im Fall des dritten Experiments auch eine der zu messenden physikalischen Größe) wurden den Schülerinnen und Schülern jedoch frei gestellt. Drei der eingesetzten Aufgabenstellungen sollen hier kurz vorgestellt werden:

1.) **Bouncing Balls[5]:** Ein Ball wird aus einer bestimmten Höhe h_1 fallengelassen. Es soll untersucht werden, welchen Einfluss diese Höhe h_1 auf die nach dem Aufprall erreichte Höhe h_2 hat. Die Grundidee des Experiments ist so einfach, dass es sich hier anbietet, die Forschungsfrage von den Schülerinnen und Schülern weiterentwickeln zu lassen. Ein von einer Schülerinnengruppe erstelltes Diagramm findet sich in Abb. 1.

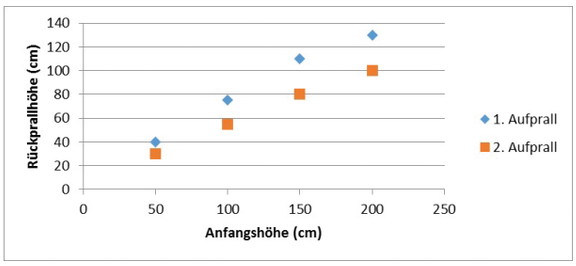
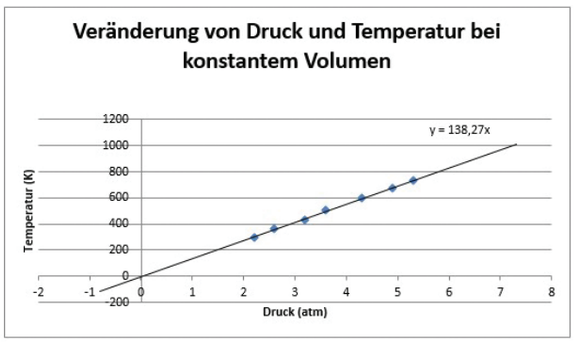


Abbildung 1: Auszug aus dem Protokoll einer Schülerinnengruppe zum Experiment „Bouncing Balls“

2.) **Ideales Gas:** Mit Hilfe des PHET-Applets „Gaseigenschaften“ [6] sollen die Schülerinnen und Schüler untersuchen, wie die physikalischen Größen Temperatur, Druck und Volumen voneinander abhängen. Abb. 2 zeigt einige Ergebnisse einer Schülerinnengruppe.

Volumen (=9*10,4*1)	Druck (atm)	Temperatur (K)
93,6	2,2	300
93,6	2,6	360
93,6	3,2	434
93,6	3,6	506
93,6	4,3	597
93,6	4,9	672
93,6	5,3	737

20170620 Plus Lucis_ph.indd 16 20.06.2017 08:09:30

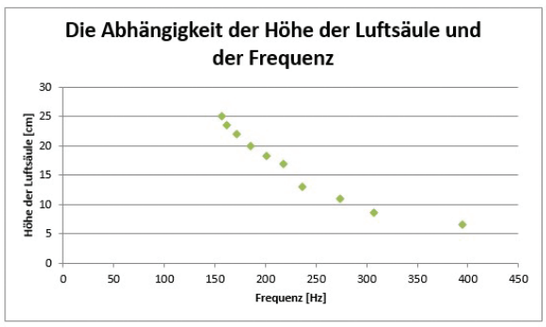


Bei konstantem Volumen und steigender Druck vergrößert sich die Temperatur direkt proportional zum Druck.

Abbildung 2: Auszug aus dem Protokoll einer Schülerinnengruppe zum Experiment „Ideales Gas“

3.) **Flaschenmusik:** Hier soll untersucht werden, wie die Höhe eines durch Anblasen einer Glasflasche erzeugten Tons von der Flüssigkeitsmenge in der Flasche abhängt. Zur Bestimmung der Frequenz wird eine geeignete Handy-App (z. B. gStrings für Android) verwendet. Abbildung 3 zeigt ein von einer Schülerinnen- und schülergruppe gefundenes Ergebnis.

Die drei hier präsentierten Experimentierideen sind natürlich nur einige Beispiele für Untersuchungen, bei denen der Datenanalyse ein größerer Stellenwert zugeschrieben wird als üblich. Für uns als Physikteam hat sich im Laufe des Projekts vor allem gezeigt, dass bestimmte Aspekte des Experimentierens bisher komplett vernachlässigt worden waren. Diese veränderte Sichtweise spiegelte sich im Laufe des Schuljahrs auch vermehrt bei



Ergebnis:

Abhängigkeit der Frequenz vom Wasserstand.

- Je mehr Wasser in die Flasche gefüllt wird, desto höher ist die Frequenz.
- Es handelt sich um einen positiven Zusammenhang und der Graph ist Monoton steigend.

Die Abhängigkeit der Höhe der Luftsäule und der Frequenz.

- Je kleiner die Luftsäule, desto höher die Frequenz.
- Es handelt sich um einen negativen Zusammenhang und der Graph ist Monoton fallend.

Abbildung 3: Auszug eines Schülerprotokolls zum Experiment „Flaschenmusik“

unseren Prüfungsaufgaben wieder, sodass die Analyse von Daten auch bei zukünftigen Aufgaben der schriftlichen und mündlichen Reifeprüfung abgebildet sein wird.

Dr. Susanne Neumann

Susanne Neumann studierte Lehramt für Physik und Mathematik an der Universität Wien und promovierte in Physikdidaktik zum Thema „Schülervorstellungen über Strahlung“. Sie ist als AHS-Lehrerin, ARGE-Leiterin für Physik in Wien und Fachkoordinatorin für Physik am SSR Wien tätig.

Literatur

[1] Projekt-ID: 1679; Schuljahr 2015/16; BRG 14 Linzer Straße, Wien; Projektleitung: Dr. Susanne Neumann. Der Endbericht des IMST-Projekts kann im Wiki der IMST-Website unter https://www.imst.ac.at/imst-wiki/index.php/Innovatives_Physik-Labor abgerufen werden.

[2] Vgl. dazu Hopf, M.; Lembens, A. & Kapelari, S. (2017). Naturwissenschaftliche Grundbildung – Welchen Beitrag kann kompetenzorientierter Unterricht dazu leisten. In: Plus Lucis 1/2017, S. 4 ff.

[3] Für das IMST-Projekt wählten wir den Physik-Laborunterricht, alle Gedankengänge und Ergebnisse lassen sich aber ohne Weiteres auf den Physikunterricht übertragen.

[4] Da in der Schulmathematik ein passender Begriff für „Wenn x größer wird, wird y größer bzw. kleiner.“ fehlt (der Begriff direkte bzw. indirekte Proportionalität, der für diesen Zusammenhang oft fälschlicherweise verwendet wird, bezieht sich ja auf konstante Proportionen zwischen den Größen, z.B. halbiert – verdoppelt), wurde von uns durchgehend der Begriff „positiver/negativer Zusammenhang“ verwendet (so wie das in der Statistik bei positiven/negativen Korrelationen üblich ist).

[5] Idee entnommen aus: Mader, J., & Winn, M. (2012). Teaching Physics for the First Time. American Association for Physics Teachers.

[6] Das Applet ist nicht nur online auf https://phet.colorado.edu/de/simulation/gas-properties abrufbar, sondern kann auch (z.B. für Prüfungszwecke) heruntergeladen werden.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 17 20.06.2017 08:09:30

Tempolimits – ein Unterrichtsvorschlag zum Kompetenzbereich S

Ruth Gremmel

1. Einleitung

Für manche Bereiche ist es ganz einfach, Unterricht zum Kompetenzbereich S zu entwerfen, z. B. zur Radioaktivität oder beim Umgang mit Energie. Um aber Schülerinnen und Schüler kompetent zu machen, Standpunkte zu begründen und aus naturwissenschaftlicher Sicht zu bewerten, ist es notwendig, in allen Bereichen des Physikunterrichts Lernangebote zu dieser Handlungsdimension zu machen. Im Folgenden wird dazu ein Vorschlag gemacht, wie das für den Lehrplanteil „Die Welt, in der wir uns bewegen" der 2. Klasse der Unterstufe gelingen kann. Im Kern des Unterrichtsvorschlags steht ein Rollenspiel: Schülerinnen und Schüler müssen aus verschiedenen Perspektiven über die Einführung verschiedener Tempolimits in einer Stadt befinden. In einer Abschlussdiskussion werden dann die verschiedenen Standpunkte gegeneinander abgewogen.

Die Materialien wurden im Rahmen einer Diplomarbeit entwickelt und umfangreich empirisch erprobt. Ihre Wirksamkeit hat sich dabei eindrucksvoll herausgestellt: Die Texte sind gut verständlich, die Schülerinnen und Schüler diskutieren intensiv und beschäftigen sich ausführlich mit verschiedenen Standpunkten. Details der Untersuchung können in der Diplomarbeit [1] nachgelesen werden. Dort findet sich eine zweite Unterrichtseinheit zum Thema „Sonne und Gesundheit".

2. Hintergrundinformation

Zielgruppe:	S/S der 2. Klasse (AHS Unterstufe / NMS)
Methode:	Planspiel
Sozialform(en):	Einzelarbeit, Gruppenarbeit, Plenum
Geeignete Anzahl an S/S:	5-25
Dauer:	1-2 Unterrichtsstunden
Materialaufwand:	1 A4-Seite „Hintergrundwissen" pro S/S (wiederverwendbar) 1 A4-Seite„Straßenplan" pro S/S 1 Kärtchen mit „Rollenbeschreibung" pro S/S (wiederverwendbar) 5 A4-Seiten „Stadtplan" pro Klasse (wiederverwendbar) 5 A4-Seiten „Anleitung" pro Klasse (wiederverwendbar) 1 A2-Seite „Stadtplan" pro Klasse (optional & wiederverwendbar)

Situation

„Die Stadt Schnellhausen hat eine neue Bürgermeisterin bekommen. Da die Einwohner/innen der Stadt aus verschiedenen Gründen mit den Tempolimits in der Stadt unzufrieden sind, hat sich die Bürgermeisterin als erstes Ziel gesetzt, die Tempolimits für alle Straßen neu festzulegen. Da sie die Entscheidung nicht alleine treffen will, bittet sie verschiedene Bewohner/innen von Schnellhausen, sie dabei zu beraten. Die Aufgabe der Bewohner/innen ist es, sich im Vorhinein zu überlegen, welche Tempolimits auf den verschiedenen Straßen aus ihrer Sicht wünschenswert wären."

Kurzanleitung

Jede/r S/S bekommt eine Rolle zugewiesen (Texte: „Rollenbeschreibung") und die dazugehörigen Hintergrundinformationen (Texte: „Hintergrundwissen") ausgeteilt. Anschließend finden sich die S/S mit den gleichen Rollen in Kleingruppen zusammen und versuchen auf ihrem „Straßenplan" Tempolimits für alle Straßenabschnitte festzulegen. Jede Gruppe bekommt dafür zusätzlich eine „Anleitung" und einen „Stadtplan"

20170620 Plus Lucis_ph.indd 18 20.06.2017 08:09:30

zur Orientierung ausgeteilt. Als Abschluss werden die verschiedenen Tempolimits der Kleingruppen miteinander verglichen und diskutiert, um sich auf eine gemeinsame Lösung zu einigen.

Vorbereitung:

- Materialien ausdrucken und sortieren
- Für Wiederverwendung evtl. Materialien folieren (ausgenommen: „Straßenplan“)

Weitere Vorschläge bzw. Empfehlungen:

- Kleingruppen aus 2-5 Schüler/innen
- Gruppenzusammensetzung - soweit möglich - von Schüler/innen selbst bestimmen lassen
- die Schüler/innen müssen nach der Anleitung vorgehen (nicht optional!)
- für den ersten Teil (Arbeit in den Kleingruppen) ausreichend Zeit einplanen; Abschlussdiskussion evtl. erst in darauffolgender Stunde beginnen
- Abschlussdiskussion mit Teilnahme aller Schüler/innen durchführen; als Bürgermeister/in (bzw. Moderator/in) entweder dafür geeignete Schüler/in oder Lehrperson einsetzen
- für die Abschlussdiskussion großen Stadtplan (A2) zur Verfügung stellen, damit die S/S eine gemeinsame Diskussionsgrundlage haben.

3. Detaillierte Hinweise zur Durchführung

Der Klasse wird ein kurzer Überblick über die Situation im Planspiel gegeben.

Jede/r einzelne S/S bekommt ein Kärtchen mit einer Rollenbeschreibung für einen bestimmten Stadtbewohner ausgeteilt, damit sich die S/S mit der entsprechenden Rolle und deren Interessen identifizieren können. Dabei sollte jede/r Interessensvertreter/in etwa gleich oft vorkommen. Jede/r S/S bekommt zusätzlich einen Zettel mit dem notwendigen Hintergrundwissen (A, V, L, Z, T oder S) ausgeteilt. In jedem Text mit „Hintergrundwissen“ werden zwei spezielle Aspekte behandelt, die einen relevanten Zusammenhang mit den Interessen der jeweiligen Rollen aufweisen. Die darauf vorhandenen Informationen werden in Einzelarbeit (ca. 5 min) gelesen und erarbeitet, wobei die Lehrperson bei Verständnisschwierigkeiten unterstützten kann/soll.

Im Anschluss finden sich die S/S in Kleingruppen zusammen, wobei jede Gruppe aus den gleichen Interessensvertretern/innen besteht. Zusätzlich werden pro S/S ein „Straßenplan“ und pro Kleingruppe ein „Stadtplan“ ausgeteilt. Auf dem Stadtplan sind die Informationen eingetragen, wo spielrelevante Objekte in der Stadt lokalisiert sind. Die S/S sollen sich nur innerhalb der Kleingruppe beraten, welche Tempolimits auf welchen Straßen sie festlegen würden. Den S/S steht es dabei frei, ob sie auch alternative Möglichkeiten in Betracht ziehen (z.B.: autofreie Zone im Stadtzentrum) oder sich rein auf die Tempolimits konzentrieren. Die Straßenpläne dienen den einzelnen S/S, um Arbeitsnotizen zu den Tempolimits und weitere Anmerkungen direkt auf den Straßen einzutragen oder farblich zu kennzeichnen.

Unterstützung bei den Urteils- und Entscheidungsprozessen

Wesentlich im Zusammenhang mit den Urteils- und Entscheidungsprozessen ist es, dass die Tempolimits nicht einfach willkürlich festgelegt werden, sondern jede Entscheidung in sinnvolle Argumente eingebettet ist.

Da die S/S als Interessensvertreter/innen nur je zwei verschiedene Aspekte berücksichtigen müssen, handelt es sich um keine komplexen Entscheidungssituationen. Die Anwendung einer Entscheidungsstrategie ist daher grundsätzlich nicht notwendig.

Um die Situation zu veranschaulichen, können die S/S zu jedem Straßenabschnitt die möglichen Optionen notieren und im Anschluss die damit verknüpften Vor- und Nachteile benennen. In der Situation die in Abb. 1 veranschaulicht wird, wurden als mögliche Entscheidungsoptionen die Tempolimits 30 km/h und 50 km/h ausgewählt. Da aus dem Stadtplan ersichtlich ist, dass direkt neben der Schulstraße die Volksschule liegt, hat der Faktor „Sicherheit“ eine sehr hohe Priorität. Da durch die vorhandenen Hilfsmittel nicht geklärt werden kann, bei welchem Tempolimit die Schadstofffreisetzung höher ist, liegt eine Entscheidung für das Tempolimit von 30 km/h nahe.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 19 20.06.2017 08:09:30

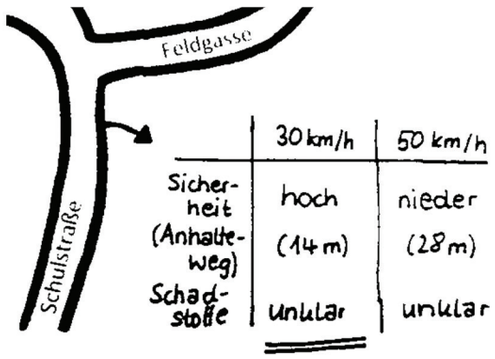


Abbildung 1: Hilfestellung für die Urteils- und Entscheidungsprozesse

Argumentation und Diskussion

Da die Entscheidungen systematisch getroffen werden, können die dafür ausschlaggebenden Argumente eingesetzt werden, um den persönlichen Standpunkt zu begründen.

Im Anschluss werden die „Wunsch-Tempolimits" der verschiedenen Kleingruppen gemeinsam diskutiert. Die Argumente der Interessensvertreter/innen werden dabei gegeneinander abgewogen. Das ideale Ziel wäre dabei, dass sich alle Beteiligten auf Tempolimits einigen, welche für alle Interessensvertreter/innen mit tragbaren Konsequenzen verbunden sind. Da in die Diskussion zahlreiche verschiedene Aspekte miteinfließen, können jedoch in der Regel nicht alle Interessen gleichermaßen berücksichtigt werden.

Die Lehrperson (oder in höheren Klassen auch eventuell ein/e S/S) übernimmt dabei die Rolle der Bürgermeisterin, die für die Moderation der Diskussion verantwortlich ist und die endgültigen Entscheidungen trifft. Je nachdem wie intensiv die Teilnahme am Planspiel ist, können auch alternative Möglichkeiten in Betracht gezogen werden (z.B.: Krötentunnel; Fußgängerzone; Bau neuer Straßen usw.) um möglichst viele Interessen zu berücksichtigen.

4. Materialien

a) Rollenbeschreibungen

Frau Klein

Mutter von Lisa (7 Jahre) und Tobias (4 Jahre)

Dein Sohn Tobias besucht den Kindergarten und deine Tochter Lisa die Volksschule. Die Tempolimits sollen so festgelegt werden, dass die Sicherheit auf den Straßen sehr hoch ist, damit den Kindern auf dem Heimweg von der Schulde oder in der Nähe vom Spielplatz nichts passiert. Außerdem sollen die Autos möglichst wenig Schadstoffe freisetzen, weil Lisa sowieso schon Asthma-Probleme hat.

Texte: V & S

Herr Baum

Umwelt- und Naturschützer

Deine Ziele sind es, die Umwelt und die Natur so gut wie möglich schützen. Deshalb sollen die Tempolimits so festgelegt werden, dass möglichst wenig Schadstoffe von den Fahrzeugen freigesetzt werden.

Außerdem ist es dir sehr wichtig, dass im Frühjahr möglichst wenige Frösche und Kröten auf den Straßen getötet werden

Texte: A & S

Herr Brumm

Autohaus- und Tankstellenbesitzer

Du besitzt das einzige Autohaus und die einzige Tankstelle der Stadt. Damit du dein Geschäft nicht zusperren musst, ist es wichtig, dass du genügend Autos und auch Treibstoff verkaufst.

Außerdem hast du einen Hass auf Kröten und Frösche, weil dir das Gequake auf die Nerven geht.

Texte: A & T

Frau Margarita

Besitzerin der Stadt-Pizzeria

Die Haupteinnahmen deiner Pizzeria bekommst du durch das Lieferservice. Da der Großteil der Bestellungen zur selben Zeit (zu Mittag und am Abend) eintrifft, muss du innerhalb der Stadt möglichst kurze Fahrzeiten haben, damit du alle Lieferungen rechtzeitig zustellen kannst. Außerdem möchtest du so wenig Sprit wie möglich verbrauchen.

Texte: Z & T

Frau Schreiner

Bewohnerin der Blumen-Siedlung

Die Siedlung in der du wohnst, liegt direkt neben der Autobahn und der stark befahrenen Autobahnauffahrt. Die Belästigung durch den Verkehrslärm ist daher sehr hoch und manche deiner Nachbarn sind davon schon krank geworden. Die neuen Tempolimits sollen festgelegt werden, dass der Verkehrslärm weniger wird.

Außerdem gibt es in der Blumen-Siedlung einen Teich. In den letzten Jahren sind sehr viele Amphibien die darin wohnen, von den Autos überfahren worden. Du willst verhindern, dass die Tiere komplett ausgerottet werden.

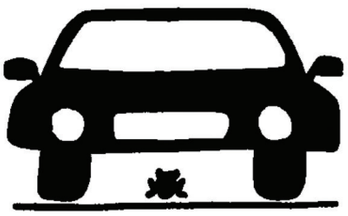
Texte: A & L

20170620 Plus Lucis_ph.indd 20 20.06.2017 08:09:30

b) Hintergrundwissen für S/S

Text A: Verkehrstod von Amphibien

Sobald es im Frühjahr in der Nacht warm genug ist, beginnen die Laichwanderungen von Kröten, Fröschen und anderen Amphibien-Arten. Sie erwachen aus der Winterstarre und wandern von ihrem Winterquartier zu einem Laichgewässer (See, Teich, Tümpel), wo sie ihre Eier ablegen können.



Bei der Wanderung müssen sie häufig Straßen überqueren, wobei jedes Jahr viele tausende Amphibien getötet werden. **Viele Tiere sterben dabei auch, wenn sie vom Auto nicht direkt überfahren werden.**

Ein Experte (Prof. Hummel) hat entdeckt, dass während der Fahrt direkt unter dem Auto ein Unterdruck entsteht. Die dünnen Schallblasen der Amphibien platzen wegen dieses Druckunterschiedes. So sterben die Tiere, auch wenn sie gar nicht von den Reifen berührt werden.

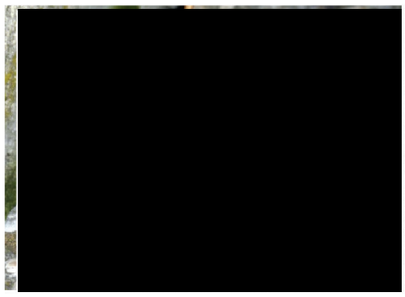


Abbildung: Erdkröte

Bei einem Tempo von 30 km/h können viele Tiere den Druck noch aushalten. Bei höheren Tempos werden nahezu alle Kröten getötet.

Text V: Sicherheit der Verkehrsteilnehmer

Im Jahr 2015 wurden auf Österreichs Straßen etwa 45.000 Menschen bei Autounfällen verletzt und 475 Menschen getötet.

Das Tempo hat einen sehr großen Einfluss darauf, wie oft Unfälle passieren und wie schwer die Folgen sind.

Je langsamer das Auto fährt, desto besser kann der Fahrer den Verkehr beobachten und es bleibt mehr Zeit für Reaktionen.

Wenn eine Gefahr oder ein Hindernis erkannt wird, dann fährt das Auto eine bestimmte Strecke bis der Fahrer reagiert und auf die Bremse drückt (=**Reaktionsweg**). Bis das Auto tatsächlich stehen bleibt, fährt es aber noch eine weitere Strecke (=**Bremsweg**). Wenn man Reaktionsweg und Bremsweg zusammenzählt, so bekommt man den **Anhalteweg**.

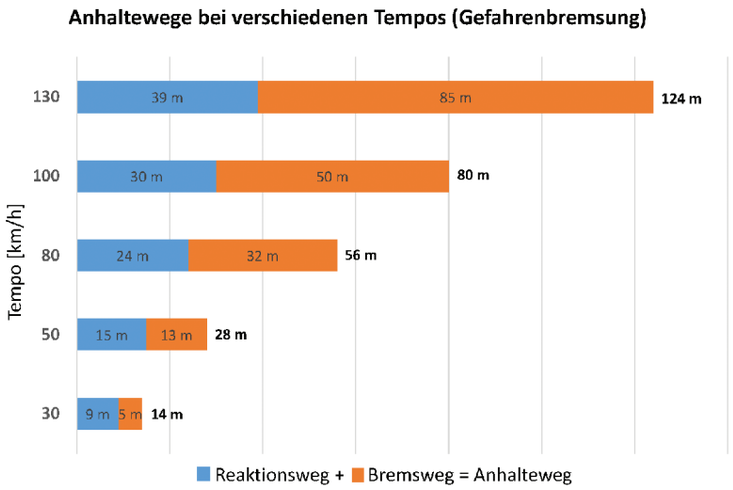


Abbildung: Reaktions-, Brems- und Anhaltewege bei verschiedenen Tempos

In der Abbildung rechts sieht man, dass die Anhaltewege umso länger sind, je schneller ein Auto fährt. Bei 130 km/h ist der Anhalteweg etwa 124 m lang, bei 30 km/h ist der Anhalteweg etwa 14 m lang.

Je höher das Tempo ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass ein Auto nicht mehr rechtzeitig vor einem Hindernis stehenbleiben kann und ein Unfall verursacht wird.

Wenn das Auto auf ein Hindernis aufprallt, hängt es ebenfalls vom Tempo ab, **wie schwer die Folgen sind**. Je höher das Tempo kurz vor dem Aufprall ist, desto mehr Bewegungsenergie besitzt das Auto und desto mehr wird beim Aufprall zerstört.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 21 20.06.2017 08:09:31

Text L: Lärm und Gesundheit

Der Verkehrslärm wird in erster Linie von Autos, LKWs, Bussen und Motorrädern verursacht. Dabei entsteht der Lärm durch das **Rollgeräusch der Reifen** und die **Motorgeräusche** der verschiedenen Fahrzeuge. **Je schneller die Fahrzeuge unterwegs sind, desto lauter sind die Geräusche**.

Wenn ein Mensch regelmäßig Verkehrslärm ausgesetzt ist, kann er davon krank werden (Stress, Schlafstörungen, Herzinfarkt, Tinnitus).

Möglichkeiten um Autolärm und sonstigen Verkehrslärm zu verringern:

- auf das Auto verzichten
  - kurze Wege mit dem Rad fahren oder zu Fuß gehen
  - mit dem Zug oder mit anderen öffentliche Verkehrsmitteln fahren
- **langsamer und gleichmäßig fahren**
- weniger LKWs auf den Straßen
- lärmarme Reifen verwenden
- Fahrbahn mit geräuscharmer Oberfläche ausstatten
  - Pflastersteine sind viel lauter als z.B.: glatter Asphalt
- Elektroautos verwenden
  - Problem: auch wenn der Motor sehr leise ist, das Rollgeräusch der Reifen ist trotzdem laut

Text Z: Fahrzeiten und Staubildung

Die unterschiedlichen Fahrzeiten bei verschiedenen Tempos lassen sich in der Theorie sehr einfach berechnen:

Für eine **Strecke von 50 km** benötigt man bei einem gleichbleibenden Tempo von

- 80 km/h → eine Zeit von ca. **38 min**
- 100 km/h → eine Zeit von **30 min**
- 130 km/h → eine Zeit von ca. **23 min**

Für eine **Strecke von 5 km** benötigt man bei einem gleichbleibenden Tempo von

- 30 km/h → eine Zeit von **10 min**
- 50 km/h → eine Zeit von **6 min**

Je schneller man fährt, desto kürzer ist die Fahrzeit.

In Wirklichkeit wird ein gleichbleibendes Tempo entlang der ganzen Strecke aber selten erreicht werden:

Auf einer Autobahn muss das Tempo verringert werden, wenn sich ein Stau bildet.

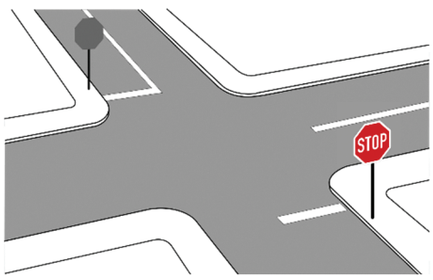


Abbildung: Kreuzung mit Stopptafeln

Innerhalb eines Ortes muss man wegen Kreuzungen, Zebrastreifen, Ampeln usw. oft langsamer fahren oder stehen bleiben. Gerade im Ortsgebiet sind die Zeitunterschiede (z.B.: zwischen einem Tempo von 30 km/h und 50 km/h) daher oft nur sehr klein.

Staubildung: Wenn alle Autos möglichst mit dem gleichen Tempo fahren, dann bilden sich Staus viel seltener, als wenn manche Autos sehr schnell und andere Auto sehr langsam unterwegs sind.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 22 20.06.2017 08:09:31

Text S: Schadstoffe

Bei jeder Autofahrt werden Schadstoffe in die Umwelt freigesetzt. Zu diesen Schadstoffen gehört unter anderen Kohlenstoffdioxid (CO_2), Stickstoffoxide (NO_X) und Feinstaub.

- **Kohlenstoffdioxid:** für den Menschen in geringer Konzentration nicht so gefährlich, aber hat starken Einfluss auf den Klimawandel
  - je mehr Sprit verbraucht wird, desto mehr Kohlenstoffdioxid wird erzeugt

- **Stickstoffoxide:** wirken schon in einer sehr kleinen Dosis bei Menschen als Atemgifte und können zu Lungenerkrankungen (z.B.: Asthma) führen

- **Feinstaub:** ist die Bezeichnung für sehr kleine Teilchen in der Luft (kleiner als 0,01 mm); sie können beim Menschen in die Lunge eindringen und verschiedenste Krankheiten auslösen
  - beim Autofahren entsteht Feinstaub bei der Verbrennung von Treibstoff, aber auch durch den Abrieb und das Aufwirbeln von Straßenstaub

Für alle Schadstoffe gilt:

Bei **niedrigeren Tempos (30 km/h oder 50 km/h)** kann man nicht allgemein sagen, wann die Schadstoff-Freisetzung höher ist. Das liegt daran, weil die Schadstoff-Belastung von Auto, Treibstoff, Straße und Umgebung abhängt.

Über einem Tempo von etwa 80 km/h steigt die Schadstoff-Freisetzung mit jeder Tempo-Erhöhung immer weiter an.

Text T: Treibstoffverbrauch

Bei welchem Tempo wieviel Treibstoff verbraucht wird, kann man nicht allgemein sagen. Die meisten Autos verbrauchen aber **am wenigsten Treibstoff**, wenn sie **mit einem gleichbleibenden Tempo zwischen 50-90 km/h** fahren.

Der Treibstoffverbrauch hängt unter anderem ab:

- vom **Auto**:
  - Masse (je schwerer desto mehr Verbrauch)
  - Motor (ältere Motoren verbrauchen meist mehr)
  - Druck in den Reifen
  - Luftwiderstand (z.B.: durch Dachträger)
  - Klimaanlage oder Heizung (verbraucht auch Treibstoff!)
- vom **Fahrstil**:
  - welcher Gang wird verwendet (möglichst hoher Gang bedeutet weniger Verbrauch)
  - bleibt das Tempo gleich oder wird oft beschleunigt und wieder gebremst
- von der **Strecke**:
  - geht die Straße bergauf oder bergab
  - ist die Straße gerade und ohne Hindernisse oder sind viele Kurven, Kreuzungen…

Oberhalb von 100 km/h steigt der Treibstoffverbrauch mit jeder Tempo-Erhöhung noch stärker an, weil der Luftwiderstand sehr stark zunimmt.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 23 20.06.2017 08:09:32

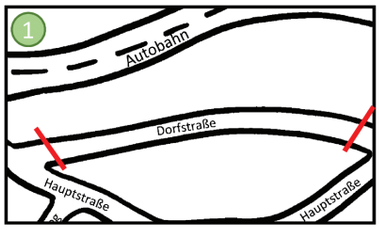
c) Anleitung

Anleitung für die Auswahl der Tempolimits

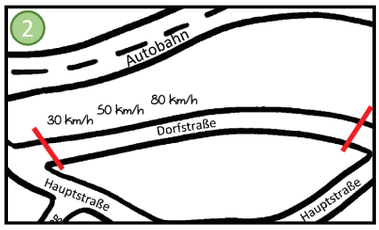
Ziel: Ihr spielt alle die gleiche Rolle und sollt als Gruppe gemeinsam für alle Straßen von Schnellhausen Tempolimits festlegen. Dabei müsst ihr die Interessen eurer Rolle berücksichtigen. Außerdem müsst ihr jedes Tempolimit durch Argumente begründen können.
Notiert (in einem kurzen Satz) die Antwort auf folgende Frage am Straßenplan: „Was will ich durch die Tempolimits erreichen?“

Dabei soll nach den folgenden Schritten vorgegangen werden:

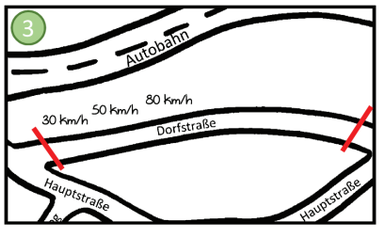
1) Markiert den Straßenabschnitt, für den ihr Tempolimits festlegen wollt, mit Strichen:



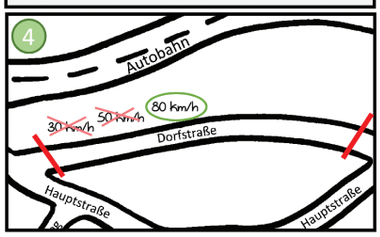
2) Notiert neben dem Straßenabschnitt, welche Tempolimits eine gute Möglichkeit wären:



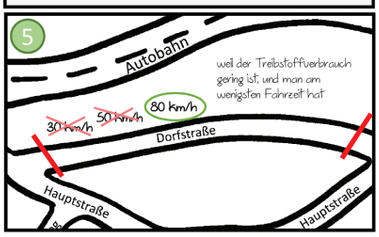
3) Welche Vor- und Nachteile haben die verschiedenen Tempolimits aus eurer Sicht (= aus Sicht eurer Rolle)?



4) Versucht, euch für ein bestimmtes Tempolimit zu entscheiden:



5) Notiert, warum dieses Tempolimit aus eurer Sicht (= aus Sicht eurer Rolle) am besten ist:



Wiederholt die Schritte 1-5 so oft, bis ihr für alle Straßen der Stadt passende Tempolimits gefunden habt!

WICHTIG: Jede Entscheidung müsst ihr durch Argumente begründen können!

Mag.a Ruth Gremmel

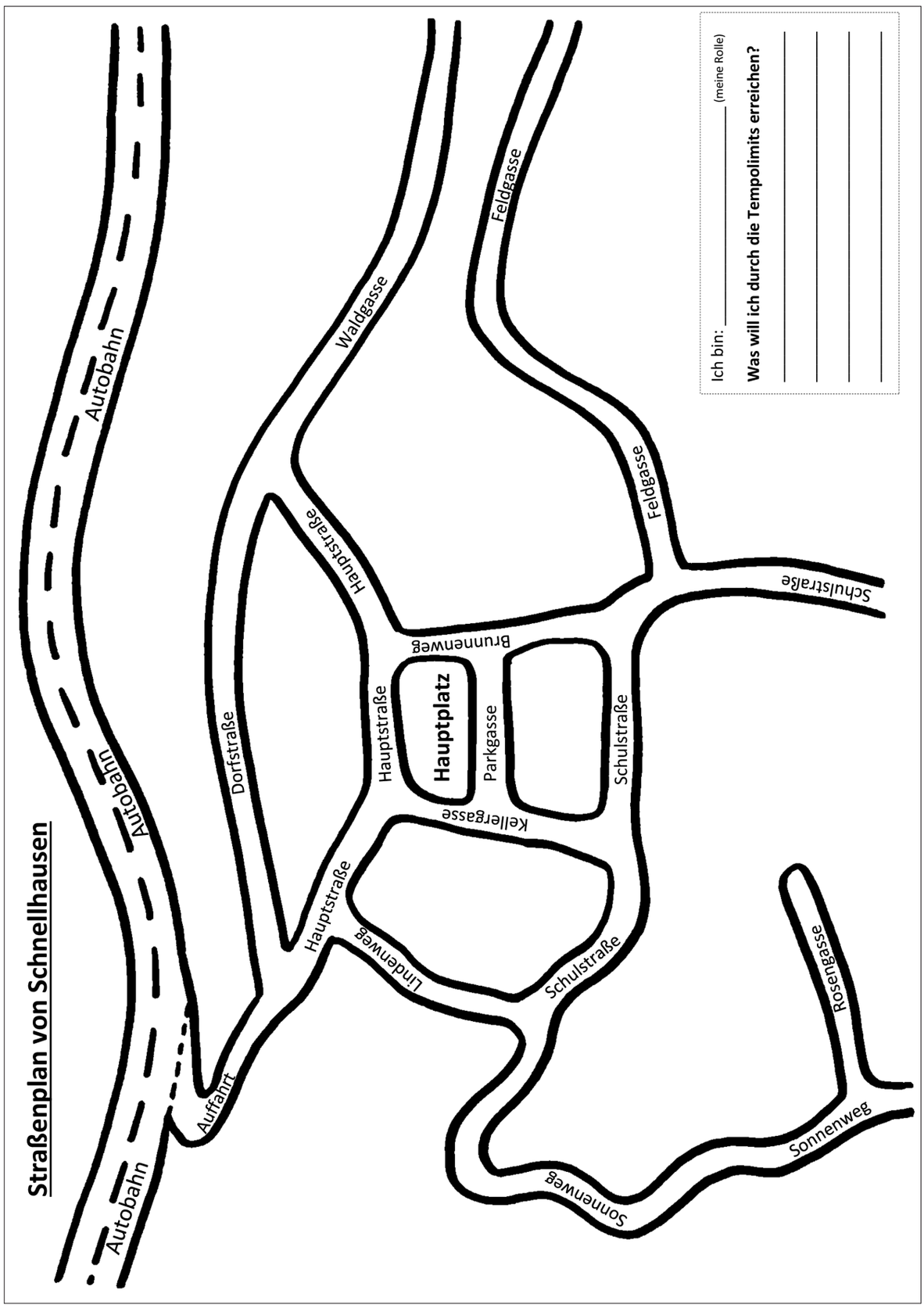
Ruth Gremmel absolvierte von 2011-2016 an der Universität Wien die Lehramtsausbildung Biologie und Physik und beschäftigte sich im Rahmen ihrer Diplomarbeit mit der Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für einen kompetenzorientierten Physikunterricht

Literatur

[1] Gremmel, Ruth (2016). Erstellen, Testen und Evaluieren von Unterrichtsmaterialien im naturwissenschaftlichen Kompetenzbereich S für die Inhaltsdimension Physik. Diplomarbeit, Universität Wien.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 24 20.06.2017 08:09:33

d) Straßenplan



20170620 Plus Lucis_ph.indd 25 20.06.2017 08:09:33

e) Stadtplan

20170620 Plus Lucis_ph.indd 26 20.06.2017 08:09:34

Kompetenzorientierung KONKRET

Susanne Neumann

Daten auswerten lassen, wenn man über den Luftdruck spricht? – Bewerten lassen, wenn man gerade das Thema Bewegung durchnimmt? – Ein Experiment planen lassen, wenn der Lehrplan das Thema Radioaktivität vorschreibt?

Viele Lehrkräfte haben zwar das Gefühl, dass Kompetenzorientierung an sich eine sinnvolle Sache ist, sie suchen aber nach konkreten Ideen, wie sie diese im alltäglichen Unterricht umsetzen können. Besonders im physikalischen Anfangsunterricht mag es auf den ersten Blick schwer erscheinen, den eigenen Unterricht nicht nur an der W-Dimension zu orientieren, sondern den Schülerinnen und Schülern auch zu den Handlungsdimensionen E und S genügend Lernmöglichkeiten zu bieten.

Oft entsteht der Eindruck, die E-Dimension wäre gut durch angeleitete Schüler/innenexperimente abgedeckt – dabei wird jedoch nur ein geringer Teil der eigentlichen Aspekte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung angesprochen. Der S-Dimension kommt im traditionellen Unterricht ohnehin eine untergeordnete Rolle zu. Obwohl im allgemeinen wie auch im fachlichen Teil des Physiklehrplans die S-Dimension mehrere Male klar angesprochen wird, sind in Physiklehrbüchern kaum Aufgaben dazu zu finden.

Im Folgenden soll ein Versuch präsentiert werden, für sämtliche Themenbereiche des Physiklehrplans (NMS bzw. AHS-Unterstufe) konkrete Unterrichtsaktivitäten zu allen drei Handlungsdimensionen aufzulisten. Wenn Sie sich z.B. schon gefragt haben, wie man denn zum Themenbereich „Der Traum vom Fliegen" eine Unterrichtsaktivität gestalten kann, die Handlungskompetenzen aus dem S-Bereich anspricht, werden sie in dieser Liste mehrere konkrete Vorschläge finden. Bitte betrachten Sie die Tabelle keinesfalls als Punkte, die es abzuarbeiten gilt. Lassen Sie sich vielmehr durch die hier formulierten Vorschläge zu einer vermehrten Schwerpunktsetzung im E- und S-Kompetenzbereich ermutigen und zu eigenen Ideen inspirieren!

2. Klasse	
Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Die Physik bestimmt unser Leben**
Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben	
W	• In Partnerarbeit eine Liste möglichst vieler Bereiche der Naturwissenschaften erstellen und kurz beschreiben, mit welchen Themen sich diese beschäftigen. • Die wichtigsten Teile eines technischen Geräts, das in einem Bild dargestellt ist, beschriften. • Den Unterschied zwischen Astronomie und Astrologie mit Hilfe einer Internetrecherche herausfinden.
E	• Ein Video/Foto eines Naturphänomens machen und Fragen dazu formulieren. • Aus einem Buch mit Freihandexperimenten einen Versuch aussuchen, den der/die Schüler/in vor der Klasse präsentiert. • Zu einfachen Fragestellungen (z.B. Ist man im Stehen gleich groß wie im Liegen? Wie gut kann man die Temperatur von Wasser schätzen? Wie laut kann ein Mensch pfeifen?) eine Untersuchung planen und diesen Untersuchungsplan verschriftlichen.
S	• In einem Brainstorming Berufe sammeln, für die die Kenntnis naturwissenschaftlicher und technischer Sachverhalte wichtig ist. • Fragen formulieren, die mit Hilfe einer naturwissenschaftlichen Untersuchung beantwortet werden können und solche, für die das nicht der Fall ist. • Einen Aufsatz darüber schreiben, wie ein typischer Tag aussehen würde, an dem die Nutzung moderner Technologie verboten wäre.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 27 20.06.2017 08:09:34

Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Die Welt, in der wir uns bewegen**
Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben	
W	• Verschiedene Fortbewegungsarten von Lebewesen aufzählen und beschreiben. • Ein Säulendiagramm, das typische Geschwindigkeiten unterschiedlicher Fortbewegungsmittel (Fahrrad, Flugzeug, Rakete, …) darstellt, interpretieren. • In Partnerarbeit mögliche Gründe dafür finden, warum sich ein Vogel schneller fortbewegen kann als ein Mensch.
E	• Eine Untersuchung planen, wie man Durchschnittsgeschwindigkeiten bestimmter Tierarten mit Hilfe von Videoaufzeichnungen bestimmen könnte. • Vorgegebene Geschwindigkeiten, die in verschiedenen Sportarten (Sprint, Marathon, Eisschnelllauf, Radfahren, Formel I, …) typischerweise erreicht werden, miteinander vergleichen und tabellarisch ordnen. • Mit Hilfe eines Ultraschallsensors (z.B. Go!Motion) eine einfache Bewegung aufzeichnen und den entstandenen Graphen interpretieren.
S	• Verkehrszeichen, die auf Geschwindigkeitsbegrenzungen im Straßenverkehr aufmerksam machen, sammeln und den prinzipiellen Sinn von Geschwindigkeitsbegrenzungen im Straßenverkehr aus naturwissenschaftlicher Sicht begründen. • Verschiedenartige (soziale, ökonomische, ökologische) Argumente für die persönliche Wahl von Verkehrsmitteln finden. • In Partnerarbeit beraten, ob die Fragen: „Wie schnell kann mein Auto fahren?“, „Wie schnell soll ich mit dem Auto fahren, um die Umwelt zu schonen?“ sowie „Warum kann man Autos kaufen, die schneller als 130 km/h fahren können?“ mit einer naturwissenschaftlichen Untersuchung beantwortet werden können.

Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Alle Körper bestehen aus Teilchen**
Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben	
W	• Mit Hilfe einer Abbildung, die modellhaft die Luftdichte im Außen- und Innenbereich der Magdeburger Halbkugeln darstellt, den Ausgang dieses historischen Experiments erläutern. • Den Wert der Schallgeschwindigkeit in quantitative Beziehung zu alltäglichen Geschwindigkeiten setzen. • Die Werte der Kräfte, die auf verschiedenen Planeten des Sonnensystems auf unseren Körper wirken würden, auf einem Poster vergleichend darstellen.
E	• Eigene Vermutungen niederschreiben, welche der vorhandenen Gegenstände schwimmen/sinken und diese Vermutungen durch ein Experiment überprüfen. • Mit Hilfe einer Handy-App das Schwingungsbild verschiedener Töne (unterschiedlicher Lautstärke, Tonhöhe und Klangfarbe) sichtbar machen und dokumentieren. • Eine Untersuchung planen, die die Frage beantworten soll, auf welchen Materialien ein Matchbox-Auto am leichtesten fahren kann.
S	• Gesundheitliche Risiken beim Tauchen und Extrem-Bergsteigen diskutieren. • Gemeinsam Antworten auf die Frage „Wie kann ich mich am besten vor Lärm schützen?“ finden. • Die Bedeutung von Sicherheitsgurten, Helmen und Airbags aus physikalischer Sicht begründen.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 28 20.06.2017 08:09:34

Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Der Traum vom Fliegen**
Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben	
W	• Im Biologie-Buch/Internet/der Fachliteratur Antworten auf die Frage finden, warum bestimmte Lebewesen (Fledermäuse, Vögel, Bienen, …) fliegen können. • Aus einer Tabelle die Dichtewerte verschiedener Gase ablesen und mit deren Hilfe erklären, warum z.B. ein Heliumballon aufsteigt. • Das Video eines Heißluftballon-Starts ansehen und die Beobachtungen in einigen Sätzen zusammenfassen.
E	• Eine Liste von Objekten erstellen, die fliegen können und Hypothesen aufstellen, wodurch sich das Flugverhalten dieser Objekte grundlegend unterscheidet. • Sich Tipps aus dem Internet holen, wie man die Flugeigenschaften eines Papierfliegers optimieren kann und in einem Klassen-Wettbewerb testen. • Ein Video, das den Aufstieg von mit unterschiedlichen Gasen gefüllten Ballons zeigt, analysieren und Vermutungen aufstellen, wodurch die Steiggeschwindigkeit beeinflusst wird.
S	• In Gruppenarbeit einen Fragenkatalog zusammenstellen, mit dessen Hilfe die Klasse dann eine/n Fluglotsen/in über seine/ihre Aufgabenfelder befragt. • Zur Frage „Ist Fliegen schlecht für unsere Gesundheit?“ verschiedene Meinungen einholen und diese auf ihre naturwissenschaftliche Relevanz prüfen. • Den eigenen ökologischen Fußabdruck mit einem computergestützten Fragebogen (z.B. http://www.mein-fussabdruck.at) bestimmen und die Rolle des Flugverkehrs diskutieren.

3. Klasse	
Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Unser Leben im Wärmebad**
Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben	
W	• Eine Präsentation über den Wärmehaushalt verschiedener Tierarten zusammenstellen. • Wärmeleitung, -strömung und -strahlung mit einer Schüler/innengruppe (Jede/r Schüler/in steht für ein Teilchen) schauspielerisch darstellen. • Einen Text des aktuellen Wetterberichts in eine meteorologische Karte übersetzen.
E	• Ein Experiment selbst planen, mit dem man die Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Materialien testen kann. • Videos einer Untersuchung zur Frage „Wie schmilzt ein Eiswürfel am langsamsten?“ analysieren und interpretieren. • Zu einem Applet über die Teilchenbewegung (z.B. https://phet.colorado.edu/en/simulation/states-of-matter-basics) Fragen finden und Hypothesen aufstellen.
S	• Sich in einem Baumarkt über Vor- und Nachteile verschiedener Dämm-Materialien erkundigen. • Mögliche Folgen des Klimawandels kennenlernen und deren Zusammenhang mit physikalischen Phänomenen herausarbeiten. • Eine/n Expert/in über die ökologische und ökonomische Eignung verschiedener Heizmaterialien befragen.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 29 20.06.2017 08:09:34

Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Elektrische Phänomene sind allgegenwärtig**
Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben	
W	• Einen kurzen Text über den Aufbau eines Atoms verfassen. • Die Zusammenhänge zwischen Stromstärke, Spannung und Widerstand in einem einfachen Stromkreis qualitativ beschreiben (Je-Desto-Sätze). • Mit Hilfe einer Abbildung die Entstehung von Gewittern erläutern.
E	• Mit Hilfe eines Applets (z.B. http://phet.colorado.edu/en/simulation/balloons) die mikroskopische Ursache elektrostatischer Erscheinungen beschreiben. • Aus einer Batterie, einem Kabel und einem Lämpchen auf unterschiedliche Weise einen elektrischen Stromkreis bauen und so das Lämpchen zum Leuchten bringen. • Eine Untersuchung planen, mit Hilfe derer man herausfinden kann, welche Flüssigkeiten den elektrischen Strom leiten.
S	• Vor- und Nachteile bestimmter Spannungsquellen im Alltag diskutieren. • Verhaltensregeln bei Gewitter sammeln und für jede eine naturwissenschaftliche Begründung finden. • Den/die Schularzt/ärztin befragen, wie eine Körperfettwaage funktioniert und was man bei ihrer Verwendung beachten muss.

Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Elektrotechnik macht vieles möglich**
Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben	
W	• Ein Foto des Sicherungskastens im eigenen Haushalt machen und die verschiedenen dort angebrachten Sicherheitseinrichtungen der Klasse vorstellen. • Die Energieumwandlungen, die in Elektrogeräten des täglichen Gebrauchs stattfinden, in einer Tabelle übersichtlich darstellen. • Aus einer Informationsbroschüre eines Energieversorgers Tipps zum richtigen Energiesparen exzerpieren und nach deren Einsparungspotenzial ordnen.
E	• Hypothesen aufstellen, ob es sich bei verschiedenen Materialien um elektrische Leiter oder Isolatoren handelt und diese Vermutungen in einem Experiment testen. • Aus vorgegebenen experimentellen Daten über Energie-In- und Output verschiedener Elektrogeräte den Wirkungsgrad selbständig ermitteln. • Ein altes Elektrogerät auseinanderschrauben und Vermutungen aufstellen, welche Bestandteile welcher Aufgabe dienen.
S	• Den Betriebsanleitungen verschiedener Elektrogeräte Sicherheitshinweise entnehmen und ihre Sinnhaftigkeit mit physikalisch gestützten Argumenten begründen. • Einen Betrieb besuchen, in dem alte Elektrogeräte repariert werden und dort beschäftigte Arbeitnehmer/innen über ihren Arbeitsalltag befragen. • Verwandte und Freunde über die Bedeutung verschiedener Energiesparmaßnahmen befragen und deren Vermutungen auf ihre naturwissenschaftliche Richtigkeit untersuchen.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 30 20.06.2017 08:09:34

4. Klasse	
Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Elektrizität bestimmt unser Leben**
Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben	
W	• Elektrogeräte aufzählen, die mit Hilfe eines Elektromotors funktionieren. • Sicherheitshinweise aus Gebrauchsanweisungen verschiedener Elektrogeräte heraussuchen und der Klasse präsentieren. • Eine Abbildung, die Auskunft über die Erzeugung und den Transport elektrischer Energie in Österreich gibt, erläutern.
E	• Eine batterielose (=Induktions-)Taschenlampe untersuchen und Vermutungen über ihre Funktion aufstellen. • Einen Elektromagneten nach Anleitung selbst bauen und Hypothesen bilden, wie man seine Funktion verbessern könnte. • Die Messdaten eines von der Lehrkraft demonstrierten Transformator-Experiments (Spannung-Windungszahlen-Verhältnis) selbständig interpretieren.
S	• Zeitungsberichte, die Argumente für und gegen den Ausbau des Hochspannungsnetzes in Österreich liefern, analysieren und diese Argumente aus verschiedenen Perspektiven (naturwissenschaftlich, ökonomisch, ökologisch, sozial) bewerten. • Bilder von Typenschildern verschiedener Elektrogeräte sammeln und daraus auf den richtigen Umgang mit den Geräten schließen. • Typische Berufe aus der E-Wirtschaft kennenlernen und notwendige Qualifikationen auflisten.

Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Die Welt des Sichtbaren**
Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben	
W	• Anhand eines Erde-Mond-Sonne-Modells zeigen, wie Tag/Nacht, Winter/Sommer, Neumond/Vollmond oder eine Mond-/Sonnenfinsternis entsteheh. • Mit Hilfe des Schulbuchs/Internets herausfinden, inwiefern die Funktion einer Kamera mit der des menschlichen Auges verglichen werden kann und welche Teile einer Kamera welchen Teilen des menschlichen Auges entsprechen. • In einer Skizze den Halb- und Kernschatten einzeichnen, den ein von zwei Lichtquellen beleuchteter Gegenstand wirft.
E	• Ein Experiment planen, mit Hilfe dessen man testen kann, wie sich die Farbe eines Gegenstands durch verschiedene Beleuchtungsfarben verändert. • Hypothesen aufstellen, wie sich das Bild in einer selbstgebastelten Lochkamera verändert, wenn man die Lochgröße oder die Entfernung zwischen Loch und Schirm verändert. • Beschreiben, worin sich Bilder, die der/die Schüler/in durch verschiedene Spiegelarten erzeugt, unterscheiden.
S	• Nutzen und Gefahren von sichtbarer und nicht-sichtbarer Strahlung (Infrarot, Ultraviolett) diskutieren • Eine/n Optiker/in befragen, wie man unterschiedliche Arten von Fehlsichtigkeit korrigieren kann. • Im Internet gefundene Erfahrungsberichte zur Frage: „Kann sich der Mensch nur durch Licht ernähren?“ aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 31 20.06.2017 08:09:34

Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Gekrümmte Wege auf der Erde und im Weltall**
	Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben
W	• Eine Abbildung erläutern, in der die auf eine Person wirkenden Kräfte während einer Achterbahnfahrt dargestellt werden. • Einem Video typische Anwendungsbereiche künstlicher Satelliten entnehmen und sie verschiedenen Bereichen der Naturwissenschaft und Technik zuordnen. • Einen kurzen Text verfassen, der erklärt, warum sich die Astronaut/innen in der ISS schwerelos fühlen, obwohl sie doch noch immer von der Erde angezogen werden.
E	• Ein Experiment planen, mit dem man den Zusammenhang zwischen Kurvenradius und benötigter Zentripetalkraft herausfinden könnte. • Hypothesen aufstellen, was passiert, wenn man die Geschwindigkeit eines waagrecht abgeworfenen Geschoßes immer weiter vergrößert und diese Hypothesen mit Hilfe eines Applets (z.B. http://waowen.screaming.net/revision/force&motion/ncananim.htm) testen. • Vorgegebene Bahngeschwindigkeiten verschiedener Satelliten vergleichen und einen qualitativen Zusammenhang zur Entfernung von der Erde herausfinden.
S	• Einem/r Fahranfänger/in fachlich richtig erklären, warum man vor Kurven selbst bei perfekten Fahrbahnverhältnissen abbremsen soll. • Auf die Frage „Wie würde sich die Erde weiterbewegen, wenn die Sonne plötzlich verschwinden würde?“, die in einem Internetforum gepostet wurde, eine fachlich korrekte Antwort formulieren. • Gemeinsam mit einem/r Mitschüler/in mindestens drei Gebiete finden, in denen künstliche Satelliten Nutzen für unseren persönlichen Alltag bringen.

Inhaltsbereich (lt. Lehrplan)	**Das radioaktive Verhalten der Materie**
	Beispiele für kompetenzorientierte Aufgaben
W	• An einer Zerfallskurve die Halbwertszeit eines Isotops ablesen. • Einen Text über die Funktion eines Atomkraftwerks lesen und in eigenen Worten zusammenfassen. • Den Unterschied zwischen Kernspaltung und Kernfusion mit Hilfe einer Skizze darstellen und einen kurzen Text dazu verfassen.
E	• Einen Versuch planen, mit dessen Hilfe man überprüfen könnte, welche Materialien für ionisierende Strahlung durchlässig sind. • Die (von der Lehrkraft vorgegebenen) Daten eines Zerfallsvorgangs in einen Graphen übertragen und das Ergebnis interpretieren. • An einer interaktiven Simulation, die die Funktion eines Kernkraftwerks verdeutlicht (z.B. http://www.planet-schule.de/sf/php/mmewin.php?id=146), testen, welche Folgen die Variation verschiedener Parameter (z.B. Ventile öffnen, Steuerstäbe anheben, …) hat.
S	• Zwei einander widersprechende Artikel über die Folgen des Fukushima-Unfalls miteinander vergleichen. • Einen Fragebogen für die Schüler/innenzeitung entwerfen, mit dem Schüler/innen ihre persönliche Belastung durch ionisierende Strahlung aus natürlichen und künstlichen Quellen berechnen können. • Eine Fachärztin für Radiologie über ihr Berufsfeld befragen.

Dr. Susanne Neumann

Susanne Neumann studierte Lehramt für Physik und Mathematik an der Universität Wien und promovierte in Physikdidaktik zum Thema „Schülervorstellungen über Strahlung“. Sie ist als AHS-Lehrerin, ARGE-Leiterin für Physik in Wien und Fachkoordinatorin für Physik am SSR Wien tätig.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 32 20.06.2017 08:09:34

Aufgaben für die mündliche Reifeprüfung in Physik

Physik des Alltags – Schaukeln

Susanne Neumann

In regelmäßigem Abstand sollen an dieser Stelle Aufgaben präsentiert werden, die in ähnlicher Form bei der mündlichen Reifeprüfung in Physik eingesetzt werden könnten. Die Aufgaben orientieren sich dabei am Kompetenzmodell der Naturwissenschaften, wie es 2012 in der Handreichung des Bundesministeriums (online abrufbar unter https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfph.pdf?4k21fs) veröffentlicht wurde.

Im Laufe der letzten Jahre hat sich herausgestellt, dass einige Handlungskompetenzen nur sehr selten für Prüfungsaufgaben gewählt werden, obwohl der Lehrplan die Notwendigkeit des Erwerbs dieser Kompetenzen unterstreicht. Um zu illustrieren, wie auch diese Bereiche abgedeckt werden können, wird der Schwerpunkt der hier publizierten Aufgaben genau auf diese selten eingesetzten Handlungskompetenzen gelegt.

Die im Folgenden vorgestellte Aufgabe verwendet den Kontext „Schaukeln am Spielplatz“, um wesentliche Aspekte des Experimentierens zu prüfen. Im Vordergrund steht dabei nicht das Fachwissen über harmonische Schwingungen und Fadenpendel (dies wäre in der Handlungskompetenz W des Kompetenzmodells zu verorten). Vielmehr wird thematisiert, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden können (dies entspricht der Handlungskompetenz E). In dieser Aufgabe werden Fähigkeiten wie die Wahl der zu untersuchenden physikalischen Größen, die Planung eines Experiments sowie die Interpretation der Ergebnisse im Kontext gefordert. Auch das Modellieren, das bei naturwissenschaftlichen Experimenten eine zentrale Rolle spielt, wird hier angesprochen.

Celine und Alexander entdecken während eines Spaziergangs einen Kinderspielplatz und stürzen sich sogleich auf die beiden Schaukeln. Aber: Wer von den beiden kann schneller schaukeln? – Ein Wettbewerb beginnt.

Alexander: „Ich bin ja fast zwanzig Kilogramm schwerer als du, Julia. Natürlich werde ich schneller schaukeln als du.“

Celine: „Gerade weil du schwerer bist, ist es für dich nicht so leicht schnell zu schaukeln. Ich bin eindeutig schneller.“

1. Veranschauliche anhand des zur Verfügung stehenden Schaukelmodells, welche physikalischen Begriffe sich zur Beschreibung der obigen Situation anbieten. Diskutiere verschiedene Möglichkeiten, wie der oben verwendete Begriff „schnell“ in diesem Zusammenhang definiert werden könnte.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 33 20.06.2017 08:09:34

2. Modelliere die obige Situation durch ein Fadenpendel. Untersuche so, durch welche Parameter du die „Schnelligkeit“ des Pendels merkbar beeinflussen kannst. Was bedeuten deine Ergebnisse für Celine und Alexander? Gehe auch darauf ein, welche Rolle die Messgenauigkeit für deine Aussagen spielt.

3. In einer Formelsammlung findest du den folgenden formalen Zusammenhang zwischen den physikalischen Größen T (Periodendauer), l (Länge des Fadens) und g (Fallbeschleunigung) eines idealen Fadenpendels. Interpretiere diesen Zusammenhang und nimm auch Bezug auf seine Bedeutung für die Schaukel-Situation.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

4. Ist die Modellierung des Schaukel-Problems durch ein ideales Fadenpendel (=mathematisches Pendel) gerechtfertigt? Nimm dazu Stellung! Gehe insbesondere auf deine experimentellen Ergebnisse ein sowie auf die folgende Definition.

„Mathematische Pendel sind durch zwei wesentliche Eigenschaften charakterisiert:

- Es herrscht keine Reibung in irgendeiner Form, also weder Strömungswiderstand noch innere Reibung in Faden oder Aufhängepunkt.
- Die gesamte Masse des Pendels ist in einem einzigen Punkt konzentriert. Der Faden wird als masselos betrachtet, die Massenverteilung des Pendelkörpers wird durch ihren Massenmittelpunkt dargestellt.“ (http://de.wikipedia.org/wiki/Mathematisches_Pendel)

Dr. Susanne Neumann

Susanne Neumann studierte Lehramt für Physik und Mathematik an der Universität Wien und promovierte in Physikdidaktik zum Thema “Schülervorstellungen über Strahlung”. Sie ist als AHS-Lehrerin, ARGE-Leiterin für Physik in Wien und Fachkoordinatorin für Physik am SSR Wien tätig.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 34 20.06.2017 08:09:34

Wesentliche Bereiche – ein Vorschlag für die Umsetzung des kompetenzorientierten Lehrplans für die neue Oberstufe

Ronald Binder & Martin Hopf

Der neue Lehrplan für die Oberstufe ist seit August 2016 in Kraft [1]. Dazu wurde der alte Lehrplan behutsam überarbeitet und modernisiert. Darüber hinaus wurde ein Kompetenzmodell für den Physikunterricht formuliert (vgl. dazu [2]). In Zukunft sollen nun auch in den Zeugnissen der Schülerinnen und Schüler vermerkt werden, welche Kompetenzbereiche im jeweiligen Semester nicht „überwiegend erfüllt" wurden. In Sokrates wird der semestrierte Teil des Lehrplans („Bildungs- und Lehraufgabe, Lehrstoff") standardmäßig eingespielt. Die LehrerInnen müssen zunächst die wesentlichen Bereiche festlegen und dann jene Bereiche herauslöschen, die bereits erfüllt wurden. Dazu besteht auch die Möglichkeit, die Lehrplan-Textvorlage zu editieren, um diese den „eigenen" Bereichen anzupassen, etwa durch Gliederung bzw. Überschriften. Natürlich soll dabei der Lehrplan inhaltlich nicht abgeändert werden. Im Sinne der österreichweiten Vergleichbarkeit halten wir es dabei für sinnvoll, wenn wir uns auf möglichst einen Standard dazu einigen. Wir schlagen daher vor, sich bei der Modellierung der wesentlichen Bereiche sehr eng an den Lehrplan anzulehnen. Ein konkretes Beispiel dazu zeigt Tabelle 1, in dem die Formulierungen des Lehrplans eines Kompetenzmoduls für Schulen mit mehr als sieben Wochenstunden Physik in eine Modellierung für Sokrates umgesetzt wurde.

In dem Zusammenhang weisen wir aber noch einmal darauf hin, dass der Lehrplan auch vorsieht, dass in jedem Kompetenzmodul die Kompetenzbereiche W: Fachwissen, E: Experimentieren und Erkenntnisgewinnung und S: Standpunkte begründen und aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten bearbeitet werden. Uns ist bewusst, dass es nicht immer einfach ist, Ideen für die Umsetzung dieses Anspruchs zu finden. Wir weisen dazu auf eine Ideensammlung hin, in dem die Mitglieder der Lehrplankommission Anregungen zusammengetragen haben, wie die verschiedenen Kompetenzbereiche in den einzelnen Inhaltsbereichen umgesetzt werden könnten. Exemplarisch sind solche Anregungen für den Inhaltsbereich „Schwingungen und mechanische Wellen" in Kasten 1 abgedruckt. Viele weitere Anregungen für alle anderen Inhaltsbereiche des Lehrplans finden Sie in einem etwas älteren Entwurf zur Semestrierung auf der Homepage des AECC Physik [3].

Für alle gleich, steht in Sokrates			
WESENTLICHE BEREICHE Anm.: Wird die Leistung in einem dieser Bereiche negativ bewertet, ist über diesen Bereich eine Prüfung abzulegen, um das Semester in dem Fach positiv abzuschließen.	LERNINHALTE Anm.: entspricht dem Text des Lehrplans im Bereich Bildungs- und Lehraufgaben	GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN	
		nicht überwiegend erfüllt	überwiegend erfüllt
MECHANIK II	Impulserhaltung, Rotation und Drehimpulserhaltung		
SCHWINGUNGEN UND MECHANISCHE WELLEN	Erzeugung, Reflexion und Brechung, Beugung und Interferenz, Resonanz, stehende Wellen		

Tabelle 1: Physik, Beispiel KM3 (6. Klasse Wintersemester) für Schulen mit mehr als sieben Wochenstunden Physikunterricht in der Oberstufe

20170620 Plus Lucis_ph.indd 35 20.06.2017 08:09:35

W	• Die unterschiedlichen Eigenschaften von longitudinaler und transversaler Welle anhand von Erdbebenwellen beschreiben. • Aus einem Fachartikel Informationen über die Funktion und Wirkung eines „Ultraschall-Abschreckungsgerätes gegen Jugendliche“ entnehmen. • Den Hörbereich des Menschen mittels eines Frequenz-Schallpegel-Diagramms erläutern.
E	• Die Schwingung eines Federpendels beobachten, Parameter verändern und diese Veränderungen beschreiben. • Vermutungen aufstellen und begründen, warum kein Erdbeben über 10 Magnituden auf der Richterskala zu erwarten ist. • Ein Experiment zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mit Hilfe von stehenden Wellen planen und durchführen. • Aufnahmen von Tönen, Klängen und Geräuschen ordnen, vergleichen und Abhängigkeiten feststellen. • Eine digitale Aufzeichnung einer Schwingung einer Stimmgabel interpretieren und durch ein Modell abbilden.
S	• Einen Artikel über die Ausbreitung eines Tsunamis aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen. • Bedeutung, Chancen und Risiken von Ultraschalluntersuchungen in der Medizin beurteilen. • Die Sinnhaftigkeit des filmischen Einsatzes eines Knalls bei Kollisionen innerhalb und außerhalb eines Raumschiffes in einem Science-Fiction-Film erörtern. • Eine Kaufentscheidungshilfe für oder gegen einen „Noise-Reduction-Kopfhörer“ abgeben. (siehe Abbildung 1).

Kasten 1: Beispiele für die Gestaltung des Unterrichts anhand der Kompetenzen W, E und S für den Inhaltsbereich Schwingungen und mechanische Wellen

Abb. 1: Noise-Reduction-Kopfhörer [Ronald Binder]

Mag. Ronald Binder *ARGE-Leiter NÖ, KPH Wien/Krems*
Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf *AECC Physik, Universität Wien*

Literatur

[1] https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2016_II_219/BGBLA_2016_II_219.pdf (Stand: Mai 2017).

[2] Hopf, M.; Lembens, A. & Kapelari, S. (2017). Naturwissenschaftliche Grundbildung – Welchen Beitrag kann kompetenzorientierter Unterricht dazu leisten. In: Plus Lucis 1/2017, S. 4 ff.

[3] http://aeccp.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/kompetenzzentrum_aeccp/content/Entwurf_Semestrierung.pdf (Stand Mai 2017)

20170620 Plus Lucis_ph.indd 36 20.06.2017 08:09:35

Wissenschaftliche Website oder Esoterik-Schmäh?

Wie Schüler/innen den Unterschied herausfinden

Susanne Neumann

Haben Sie schon einmal den Begriff „Quantenphysik" gegoogelt? Falls nicht, tun sie es doch mal, denn mit hoher Wahrscheinlichkeit bereiten sich ihre Schülerinnen und Schüler so oder so ähnlich auf einen Physiktest vor. Unter den ersten 10 Suchergebnissen (zumindest mit meinem Browser) finden sich nicht nur der deutsche Wikipedia-Eintrag und ein paar populärwissenschaftliche Zeitungsartikel über Teleportation. An prominenter Stelle werden auch esoterische Websites gelistet, die behaupten Quantenphysik für Heilungszwecke zu nutzen. Auf solchen Seiten werden zwar auch Definitionen und Erklärungen von quantenphysikalischen Phänomenen geboten, ziemlich sicher möchten Sie diese wirren und pseudo-wissenschaftlichen Erläuterungen aber bei keinem Referat hören (und schon gar nicht bei einer vorwissenschaftlichen Arbeit als Quelle zitiert sehen).

Können Schülerinnen und Schüler aber zwischen seriösen und nicht-vertrauenswürdigen Websites unterscheiden? Und nach welchen Kriterien gehen sie dabei vor? Um erste Antworten auf diese Fragen zu bekommen, bat ich zwei Klassen der neunten Schulstufe (Realgymnasium) darum, einen Online-Fragebogen anonym auszufüllen. Darin stellte ich ihnen konkrete Websites zu folgenden Themen vor:

1.) Relativitätstheorie: Hatte Einstein Unrecht?
2.) Quantenphysik: Was ist dran an der Quanten-medizin?
3.) Feinstofflichkeit und Freie Energie
4.) Ernährung

Bei den Websites handelte es sich um unterschiedliche Formate: Wissenschaftsblogs, private Websites, kommerzielle Websites und Websites von Zeitschriften. [1] Die Schülerinnen und Schüler wurden jeweils gebeten, die wissenschaftliche Vertrauenswürdigkeit der Websites auf einer Schulnotenskala von 1 bis 5 zu beurteilen und danach Kriterien zu nennen, die sie zu dieser Bewertung geführt haben.

Das Gesamtergebnis legt nahe, dass die Meinungen der Schülerinnen und Schüler zu den Webseiten sehr unterschiedlich waren. Von den 29 Lernenden, die den Fragebogen ausgefüllt haben, gab es zu jeder Webseite jeweils mindestens eine(n), der/die Homepage als „sehr verlässlich" (1) bzw. gar nicht verlässlich (5) einstufte. Dieses Ergebnis wurde auch durch die rege Teilnahme an der anschließenden, sehr lebhaften Unterrichtsdiskussion deutlich.

Konkret nach den Kriterien gefragt, welche die Schülerinnen und Schüler beim Bewerten anwendeten, stellte sich heraus, dass viele Lernende die folgenden Gesichtspunkte nannten, um eine Website als verlässlich einzuordnen:

Kriterien aus Sicht der S/S	**Zitate der S/S**
• Ein klar strukturiertes, übersichtliches Design und Layout (inkl. Schriftart, Farben, …)	„Das Layout ist professionell" „…schön gestaltet" „Es ist sehr ordentlich und die verschiedenen Themenbereiche sind schnell zu finden."
• Die verwendete Sprache ist sachlich und enthält viele Fachbegriffe.	„Die Wörter sind sehr vornehm." „Außerdem ist der Artikel mit guter Linguistik ausgestattet." „Die erste ist eher umgangssprachlich geschrieben, die andere fachlich."
• Der Autor der Website ist Wissenschaftler.	„Anerkannter und vertrauenswürdiger Doktor" „ein Professor/Doktor hat dies geschrieben" „Ich finde, die Website sieht sehr seriös aus, da ein Wissenschaftler über verschiedene naturwissenschaftliche Aspekte berichtet. Außerdem werden Fachausdrücke verwendet, ich denke daher, dass sich der Autor des Artikels auch wirklich mit dem Thema auskennt." „Autor der Website = Autor eines Buches" „…verlässlich, da es von einem Dr. med. [Name], Facharzt für Allgemeinmedizin verfasst wurde."

20170620 Plus Lucis_ph.indd 37 20.06.2017 08:09:35

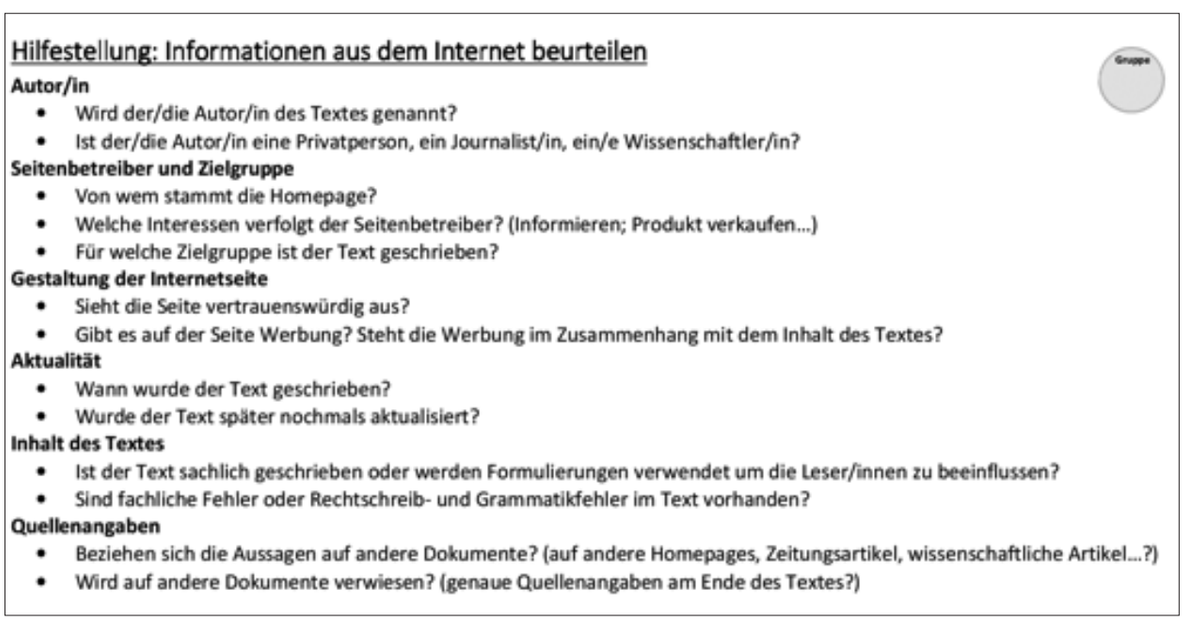
• Die Website darf keine Grammatik- oder Rechtschreibfehler aufweisen.	„keine Schreibfehler“ „gute Ausdrucksweise“ „schlechte Grammatik“
• Es dürfen keine Webshops auf der Seite verlinkt sein.	„…ein Shop der darauf hindeutet, nicht allzu seriös zu sein“ „…nicht seriös, da ein Shop vorhanden ist.“
• Es darf keine Werbung zu sehen sein.	„Ich denke, dass die Seite wahre Informationen enthält, die dazu passenden Werbungen bei jedem Artikel lassen mich aber trotzdem an der Seriosität der Quelle zweifeln.“ „Die erste Website erscheint schon auf ersten Blick unseriös, da das erste was man sieht, eine Werbeanzeige ist.“
• Es sind Quellen zitiert (wobei diese Quellen aber meist nicht geprüft wurden).	„Es sind auch Quellen angegeben.“ „Außerdem werden Zitate renommierter Physiker präsentiert.“

Viele dieser Kriterien stellten sich in der nachfolgenden Diskussion aber als irreführend heraus: Gerade pseudowissenschaftliche Websites zeichnen sich durch ein professionelles Layout, eine von Fachbegriffen geprägte Sprache und durch die Angabe von zahlreichen Quellen aus. Es ist also nicht überraschend, dass viele Schülerinnen und Schüler große Probleme bei der Einschätzung der Vertrauenswürdigkeit hatten.

Auffallend war auch, dass Websites von Privatpersonen (deren Doktortitel in der URL wohl ein wenig blendete) durchwegs als verlässlicher eingeschätzt wurden als die von Blogs und Zeitschriften, auch wenn es sich in diesen Fällen (Wissenschaftsblog bzw. Website eines renommierten, seriösen Wochenmagazins) um seriöse Quellen handelte.

Nach diesen, doch recht ernüchternden Ergebnissen, stellt sich nun die Frage, welche Kriterien man denn den Lernenden in die Hand geben könnte, um das Bewerten der Wissenschaftlichkeit von Websites möglichst früh im naturwissenschaftlichen Unterricht zu thematisieren und miteinander zu üben.

- Eine gute Zusammenstellung von Kriterien findet sich im Artikel „Bewertungskompetenz im Unterricht anbahnen – Ein Überblick über geeignete Methoden“ von Ruth Wodzinski [2].
- Im Rahmen ihrer Diplomarbeit [3], die sich mit der Erstellung von Unterrichtsmaterialien zur S-Kompetenz beschäftigt, hat Ruth Gremmel die Zusammenstellung von Wodzinski für einen konkreten Einsatz in einem Unterrichtsprojekt adaptiert. Mit ihrer freundlichen Genehmigung wird hier ihre Kriterienauflistung in Abb. 1 erneut abgedruckt.
- Die Initiative „OpenScience – Lebenswissenschaften im Dialog“ bot im Rahmen des Projekts „Pseudo? Oder Wissenschaft?“ sowohl Recherche-Workshops für Schüler/innen als auch Fortbildungen für



Hilfestellung: Informationen aus dem Internet beurteilen

Gruppe

Autor/in
- Wird der/die Autor/in des Textes genannt?
- Ist der/die Autor/in eine Privatperson, ein Journalist/in, ein/e Wissenschaftler/in?

Seitenbetreiber und Zielgruppe
- Von wem stammt die Homepage?
- Welche Interessen verfolgt der Seitenbetreiber? (Informieren; Produkt verkaufen…)
- Für welche Zielgruppe ist der Text geschrieben?

Gestaltung der Internetseite
- Sieht die Seite vertrauenswürdig aus?
- Gibt es auf der Seite Werbung? Steht die Werbung im Zusammenhang mit dem Inhalt des Textes?

Aktualität
- Wann wurde der Text geschrieben?
- Wurde der Text später nochmals aktualisiert?

Inhalt des Textes
- Ist der Text sachlich geschrieben oder werden Formulierungen verwendet um die Leser/innen zu beeinflussen?
- Sind fachliche Fehler oder Rechtschreib- und Grammatikfehler im Text vorhanden?

Quellenangaben
- Beziehen sich die Aussagen auf andere Dokumente? (auf andere Homepages, Zeitungsartikel, wissenschaftliche Artikel…?)
- Wird auf andere Dokumente verwiesen? (genaue Quellenangaben am Ende des Textes?)

Abbildung 1

20170620 Plus Lucis_ph.indd 38 20.06.2017 08:09:35

Lehrkräfte an. Ein Leitfaden zur Internetrecherche (insbesondere im Hinblick auf vorwissenschaftliche Arbeiten mit NaWi-Schwerpunkt) kann unter http://www.openscience.or.at/leitfaden heruntergeladen werden.

- Um den Schüler/innen die Bewertung noch zu vereinfachen, empfiehlt es sich meines Erachtens die Lernenden für bestimmte, pseudowissenschaftliche Schlüsselwörter zu sensibilisieren. Webseiten, auf denen solche Begriffe (z.B. Feinstofflichkeit, Quantenmedizin, freie Energie, …) unkritisch verwendet werden, können auf diese Weise sofort enttarnt werden.

Mit Hilfe dieser Leitfäden kann das Bewerten von Internet-Quellen schon früh im (Physik-)Unterricht geübt werden. Insbesondere soll dadurch vermieden werden, dass Schülerinnen und Schüler erst beim Schreiben ihrer vorwissenschaftlichen Arbeiten vor die Aufgabe gestellt werden, die Seriosität von Websites zu beurteilen. In der folgenden, nach Semestermodulen der Oberstufe (mit mehr als 7 Wochenstunden Physik) geordneten, Tabelle sollen noch einige konkrete Themen genannt werden, anhand derer man die Bewertungskompetenz von Internetseiten gut trainieren kann. Eine lebhafte Diskussion im Physikunterricht ist mit diesen Themen wohl garantiert.

5. Klasse	Stellung im Universum: Leben auf anderen Planeten Gravitation: Raumfahrt – war die Mondlandung nur vorgetäuscht? Thermodynamik: Perpetuum Mobile, Klimawandel
Kompetenzmodul 3	Pendeln und Wahrsagen; Schwingung, Wellen und Resonanz als esoterische Begriffe;
Kompetenzmodul 4	Elektrische Felder und Elektrosmog; Magnetfelder
Kompetenzmodul 5	Freie Energie zur Energieübertragung; Strahlung (Gefährlichkeit von Handy- und WLAN-Strahlung); Erdstrahlen
Kompetenzmodul 6	Quantenheilung, Biophotonen, Klimawandel
Kompetenzmodul 7	Relativitätstheorie: Hatte Einstein Unrecht? Teilchenphysik: Aura-Teilchen, Energieteilchen
Kompetenzmodul 8	Astrologie vs. Astrophysik

Dr. Susanne Neumann

Susanne Neumann studierte Lehramt für Physik und Mathematik an der Universität Wien und promovierte in Physikdidaktik zum Thema "Schülervorstellungen über Strahlung". Sie ist als AHS-Lehrerin, ARGE-Leiterin für Physik in Wien und Fachkoordinatorin für Physik am SSR Wien tätig.

Literatur

[1] Für den Link zum Fragebogen, den Sie selbst auch gerne in Ihrem Unterricht verwenden können, kontaktieren Sie mich bitte per Mail: susanne.neumann@univie.ac.at.

[2] Erschienen in: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik, 23 (2013), 134, S. 13-16

[3] Gremmel, Ruth: Erstellen, Testen und Evaluieren von Unterrichtsmaterialien im naturwissenschaftlichen Kompetenzbereich «S» für die Inhaltsdimension Physik; Diplomarbeit, Universität Wien, 2016. Online verfügbar unter: http://othes.univie.ac.at/43370/1/45294.pdf

20170620 Plus Lucis_ph.indd 39 20.06.2017 08:09:35

Informationen aus dem Verein

Liebe Vereinsmitglieder, am Ende dieser Ausgabe möchten wir Ihnen aktuelle Entwicklungen mitteilen.

Fortbildungswoche 2017: Die Fortbildungswoche war auch in diesem Jahr gut besucht und wir sind momentan in der ersten Planungsphase für 2018. Der geänderte, gestaffelte Anmeldemodus für Workshops und Exkursionen (Mitglieder konnten sich vor Nichtmitgliedern anmelden) war ein voller Erfolg. Daher werden wir das System auch im Jahr 2018 beibehalten.

Plus Lucis: Das geänderte Design der Zeitschrift ist Ihnen sicher schon aufgefallen und wir hoffen, dass Sie Gefallen daran finden. Zusätzlich arbeiten wir mit Hochdruck an einer neuen Homepage inklusive neuem Vereinslogo. Aufgrund einer Modernisierung der Vereinsstruktur wird im Moment die Adressdatenbank überarbeitet und aktualisiert. Wir ersuchen Sie daher, uns ein Mail mit Ihren aktuellen Kontaktdaten (inkl. Mailadresse) zu senden, damit wir diese mit der Datenbank abgleichen können.

mitgliederverwaltung@pluslucis.org

Wir danken im Voraus,
Brigitte Wolny und Thomas Plotz

Österreichische Post AG
SP 17Z041123 S

Verein zur Förderung des physikalischen
und chemischen Unterrichts,
Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien

DVR 0558567
VRN 668472729

Impressum: Medieninhaber (Verleger) und Hrsg.: Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts. Druck: Fa. Wograndl GmbH, Mattersburg

Retouren an: AECC Physik Unversität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien.

20170620 Plus Lucis_ph.indd 40 20.06.2017 08:09:37